



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

**ŘÍZENÍ NESHODNÝCH VÝROBKŮ PRŮMYSLOVÉHO
PODNIKU V ODDĚLENÍ OBRÁBĚNÍ**

CONTROL OF NONCONFORMING PRODUCTS IN MACHINING DEPARTMENT AT COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Hudyma

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Bc. Tomáš Hudyma**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Řízení neshodných výrobků průmyslového podniku v oddělení obrábění

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce zpracovává, na základě vybraných nástrojů řízení kvality, metodiku vedoucí ke zvýšení jakosti produkce ventilů výrobního průmyslového podniku. Cílem je dosáhnout snížení výskytu neshodných výrobků oddělení obrábění ve sledovaném období na základě procesního přístupu managementu kvality.

Cíle diplomové práce:

Rozbor současného stavu vědy a techniky u řešené problematiky.

Rešerše relevantních norem.

Systémový rozbor řešené problematiky, návrh a zdůvodnění výběru nástrojů managementu kvality.

Zhodnocení současného stavu a aplikace vybraných metod.

Vlastní závěry a/nebo doporučení.

Seznam doporučené literatury:

NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.

NENADÁL, Jaroslav. Měření v systémech managementu jakosti. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2004. ISBN 80-7261-110-0.

VEBER, Jaromír a kol., a. Management kvality, prostředí a bezpečnosti práce: Legislativa, systémy, metody praxe. Praha 3: Management Press, s.r.o., 2006. ISBN 80-7261-146-1.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce pojednává o procesu řízení neshodných výrobků v oddělení obrábění nejmenovaného výrobního podniku nacházejícího na území Brna. Obsahuje rešerši současného stavu vědy a techniky v oblasti managementu kvality, rešerši odpovídajících standardů, systémový rozbor řešené problematiky, návrh a zdůvodnění výběru nástrojů managementu kvality, aplikaci vybraných metod managementu kvality za účelem snížení výskytu neshodných výrobků na oddělení obrábění ve sledovaném období. Na závěr je provedeno celkové zhodnocení současného stavu. To vše doplněno o vlastní závěry a doporučení.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the process of managing nonconforming products in the machining department of an unnamed manufacturing company located in the territory of Brno. It contains a search of the current state of science and technology in the field of quality management, a search of relevant standards, system analysis of the issue, design and justification of the selection of quality management tools, application of selected quality management methods to reduce the occurrence of nonconforming products in the machining department. Finally, an overall assessment of the current situation is made. All this supplemented by own conclusions and recommendations.

KLÍČOVÁ SLOVA

Management kvality, procesní přístup, neshodný výrobek, kvalita, nástroje řízení procesu

KEYWORDS

Quality management, process approach, nonconforming product, quality, process management tools

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HUDYMA, Tomáš. *Řízení neshodných výrobků průmyslového podniku v oddělení obrábění*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125248>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. 69s. Vedoucí práce Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto především paní Ing. Janě Rozehnalové, M.Sc. a Ing. Luděkovi Koláčkovi za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. Dále také svojí rodině, za podporu po celou dobu mého studia. Největší díky však patří mojí babičce Taťáně Skývové, která mě podporovala po celou dobu mého studia a to zejména ve chvílích, kdy jsem to chtěl vzdát.

ČESTNÉ PROHLÁŠ ENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Řízení neshodných výrobků průmyslového podniku v oddělení obrábění** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 23.05.2020

.....

Bc. Tomáš Hudyma

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	REŠERŠE SOUČASNÝCH POZNATKŮ	17
2.1	Standards	18
2.1.1	ISO	19
2.1.2	API	20
2.1.3	ASME	20
2.2	Filosofie	21
2.2.1	TQM	22
2.2.2	Koncepce ISO	22
2.2.3	Koncepce odvětvových standardů	23
2.2.4	Six Sigma	23
2.2.5	Lean	24
2.2.6	Lean six sigma	25
2.3	Nástroje a metody pro řízení kvality	26
2.3.1	Nástroje pro popis procesu	26
2.3.2	Základní nástroje řízení kvality	27
2.3.3	Další metody a nástroje řízení kvality	35
2.4	Ověření a neustálé zlepšování	38
2.4.1	DMAIC	38
2.4.2	PDCA	39
3	SYSTÉMOVÝ ROZBOR AKTUÁLNÍHO STAVU	40
3.1	Představení společnosti	40
3.2	Organizační struktura společnosti	40
3.3	Současný stav	41
3.3.1	Řízení kvality ve společnosti	43
3.3.2	Řízení neshodných výrobků ve společnosti	44
3.4	Výběr nástrojů a návrh řešení	46
3.5	Zdroje dat	46
4	APLIKACE VYBRANÝCH METOD	47
4.1	Analýza výdajů na neshodné výrobky za 4.kvartál roku 2019	47
4.1.1	Rozbor výdajů na oddělení obrábění	48
4.1.2	Analýza výdajů na neshodné výrobky na oddělení obrábění	50
4.2	Zhodnocení současného stavu	53
4.3	Návrh řešení	53
4.3.1	J... Rozměr, který měl být 12,75" byl vyroben na 12,4"	53
4.3.2	C... Rozměr, který měl být 166mm byl vyroben na 151mm.	56
4.3.3	A... Rozměr, který měl být 143mm byl vyroben na 156 mm.	58
4.3.4	I... Rozměr, který měl být 186mm byl vyroben na 168mm.	58
4.4	Nápravná opatření	59
5	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	60
6	ZÁVĚR	63
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	65
8	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK	67
8.1	Seznam tabulek	67
8.2	Seznam obrázků	67
8.3	Seznam zkratek a symbolů	68

1 ÚVOD

V současné době zaujímá kvalita významnou roli při výrobě produktů. Ať již se jedná o výrobu strojírenskou, potravinářskou, slévarenskou, či jinou z mnoha dalších, tak pokaždé je nežádoucí vyrábět neshodné výrobky. Při výrobě neshodného výrobku dochází k odchýlení od standardního procesu, tedy určité chybě v procesu. Pro dokončení výroby neshodného výrobku je často nutné provést další úkony a operace oproti původně plánovaným, popřípadě výrobek vyhodit a vyrobit znovu. Tyto dodatečné operace značně zvyšují náklady na výrobu. Což vede celkově k nižší ziskovosti společnosti a tím také ke zhoršení postavení na trhu. Postavení na trhu je pro společnost velmi důležité. Společnost, která není schopna konkurovat ostatním společnostem, může v krajním případě i zaniknout.

Neshodné výrobky je tedy velmi žádoucí včas odhalit a pokud je to možné, tak jejich výrobě předcházet. Odhalením příčin vzniku neshodných výrobků a obecně řízením neshodných výrobků se zabývá management kvality. K managementu či řízení kvality je možné přistupovat několika způsoby. Tyto způsoby jsou označovány také jako filosofie. Například filosofie TQM, Six Sigma či filosofie odvětvových standardů, aj.

Filosofie používají nástroje či metody řízení kvality za účelem řízení procesu. Pomocí těchto metod či nástrojů je také možné, více či méně, odhalovat a následně redukovat výskyt neshodných výrobků. Společným znakem všech filosofí je co nejefektivnější řízení procesu. Toho je dosahováno různými kombinacemi použití nástrojů. Mezi používané nástroje, či metody, řízení kvality patří například: Diagram příčin a následků, Kontrolní seznam, Paretova analýza, Vývojový diagram, Regulační diagram, FMEA atd.

Volba nástrojů a metod závisí čistě na konkrétní společnosti a konkrétní aplikaci. Nástroje, či metody mohou být ve společnosti aplikovány samostatně bez použití jakékoliv filosofie, nebo standardu. Avšak používání standardů i filosofí je velmi výhodné, neboť standardy a filosofie, tvoří hrubou kostru řízení kvality a jsou ověřeny v praxi. Co funguje u jedné společnosti bude s největší pravděpodobností fungovat i u jiné rámcově podobné společnosti.

Tato diplomová práce se bude zabývat řízením neshodných výrobků ve výrobním závodě nejmenované společnosti nacházející se na území České republiky. V rámci této diplomové práce bude zpracován rozbor současného stavu vědy a techniky u řešené problematiky, řešerše relevantních norem, systémový rozbor řešené problematiky, návrh a zdůvodnění výběru nástrojů managementu kvality a zhodnocení současného stavu a aplikace vybraných metod. To vše doplněno o vlastní závěry a doporučení.

Dané téma jsem si zvolil, jelikož pracuji 4. rok jako technolog výroby a velmi často asistuji při nápravných opatřeních po vzniku neshodného výrobku. Avšak detailní řešení neshodných výrobků mi zatím zůstávalo skryto. A tak pro mě byla, tato diplomová práce, velkou příležitostí nahlédnutí za pomyslnou stěnu mého pracovního okruhu a také velkou výzvou. Výzvou, zda dokážu zpracovat téma z oddělení kvality, ačkoliv přímo nespadá do mé praxe.

2 REŠERŠE SOUČASNÝCH POZNATKŮ

Řízení neshodných výrobků je součástí komplexnějšího procesu řízení kvality. Pro pochopení, jak takové řízení neshodných výrobků v současné společnosti vlastně probíhá, je vhodné nejprve rozebrat řízení kvality ve společnosti jako takové. To má za úkol tato kapitola, která shrnuje současný stav vědy a techniky v oblasti řízení kvality [1].

Pojem „kvalita“ je aktuálně dle normy ČSN EN ISO 9001:2016 definován jako:

„*Stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků*“ [3].

Inherentní znamená mající určitou konkrétní vlastnost, která neodmyslitelně k dané věci patří [4].

Řízení kvality, nebo také management kvality velmi úzce souvisí s následujícími pojmy standard, nástroj a filosofie. Pro pochopení této problematiky je považuji za naprosto klíčové. Tyto pojmy jsou často v různých publikacích zaměňovány synonymy. Význam těchto pojmů je však z kontextu problematiky jednoznačný:

- *Standard* je v této problematice označení pro soubor požadavků, kterých má určitá společnost dosáhnout, aby o sobě mohla prohlásit, že tento standard používá. Pokud používá daný standard, tak je takzvaně certifikována.
- *Nástroj* je určitý prostředek, či metoda, jak požadavků ve standardech dosahovat. Nástroje mají i širší využití, některé slouží například k popisu procesu, jiné slouží k identifikaci chyb v procesu atd.
- *Filosofie* nebo také firemní strategie kombinuje různé nástroje a standardy za účelem co nejefektivnějšího řízení společnosti, mimo jiné i oddělení kvality. Filosofie mohou být dvojího druhu, otevřené a preskriptivní [1, 16].

Jak již bylo zmíněno, tak tyto pojmy bývají často označovány synonymy. Pojem standard bývá také nazýván jako norma. Pojem nástroj bývá označován jako metoda, nebo prostředek. Pojem filosofie bývá označován jako metoda, koncepce, firemní strategie, systémový přístup, nebo též manažerský přístup, což může být velmi matoucí. Kupříkladu pokud v textu pro pojmy „filosofie a nástroj“ zvolíme označení „metoda“, tak může být porozumění takovému textu velmi obtížné. Následující názvy kapitol jsou pojmenovány právě těmito pojmy, aby byl jejich význam zcela zřejmý [1, 16].

2.1 Standardy

Jsou to určité dokumenty, které mimo jiné, definují, jednotnost dodržování určitých postupů mezi zúčastněnými stranami, ty se zavázaly tyto dokumenty dodržovat. Někdy jsou také označovány jako normy. Jednotlivé druhy norem se od sebe liší podle obsahu a účelu použití. Používání norem je v současné době dobrovolné. Tím se odlišují například od právních předpisů, které se musí dodržovat povinně [2].

V České republice, od 1. ledna 2009, zajišťuje tvorbu a vydávání norem Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Tento úřad sídlí v Praze a nese zkratku ÚNMZ. Normy vydané tímto úřadem nesou zákonem chráněné označení ČSN. Tato zkratka pochází z historického vývoje názvu, avšak s nynějším zákonem chráněným označením „česká technická norma“ nemá mnoho společného [2].

Návrh na tvorbu ČSN může podat kdokoliv. Návrh je poté posuzován v národní Technické normalizační komisi a pokud je návrh komisí přijat ke zpracování, tak ÚNMZ nechá návrh vypracovat. ÚNMZ návrhy samostatně nezpracovává, zajišťuje jejich tvorbu pouze organizačně a smluvně. ÚNMZ uveřejňuje na svých webových stránkách Věstník, kde, mimo jiné, uvádí plánovaný postup prací na nové či revidované normě [2].

Technické normalizační komise, ve zkratce TNK, jsou poradními orgány Odboru technické normalizace ÚNMZ. Mají za úkol posoudit problematiku normalizace v rozsahu oboru jejich působnosti, popřípadě navrhnout adekvátní řešení. Do TNK jsou jmenováni největší odborníci v daném oboru a také zájmové skupiny (výrobci, školy, veřejná správa, výzkum atd.). Účast v TNK je dobrovolná a na vlastní náklady [2].

ÚNMZ má povinnost přijmout do soustavy ČSN všechny evropské normy, a to nejpozději do šesti měsíců od vydání. Všechny národní normy, které jsou s evropskými v rozporu, musí být zrušeny. Stejná pravidla platí pro všechny členské státy EU. Vyplývá to z Nařízení EU 1025/2012 a Směrnice EU 98/35/ES. Aktuálně je soustava ČSN v naprostém souladu se soustavou norem evropských [2].

Existuje několik způsobů, při kterých může norma získat status ČSN. První způsob je převzetí překladem. Druhý způsob je převzetí originálu. Třetí způsob je převzetí normy a schválení k přímému používání. Poslední způsob musí být oznámen ve Věstníku [2].

Pro normy převzaté z Evropských norem se používá původní označení, avšak za zkratku ČSN se přidává zkratka EN. Název normy je možné za dvojtečkou doplnit o rok vydání. Pokud není rok udán, tak je myšleno aktuální vydání. Název převzaté normy může vypadat například takto: „ČSN EN ISO 9001:2016“ [2, 3].

Finální návrh normy předává zpracovatel na ÚNMZ, který následně normu schvaluje. Průměrný celkový čas k vypracování evropské či mezinárodní normy od návrhu, až po finální schválení, je v ČR tři roky [2].

Mimo norem evropských (ISO, IEC atd.) existuje i celá řada mezinárodních norem. Jejich používání je dobrovolné a závisí čistě na tom, zda daná organizace potřebuje normu k oboru její působnosti. Například API, ASME atd. [2].

V následujících podkapitolách budou popsány tři organizace, které společnost, o které pojednává tato diplomová práce používá, z hlediska standardů, ke svému působení.

2.1.1 ISO

Jedná se o nezávislou nevládní organizaci složenou z národních normalizačních orgánů ze 164 zemí. Tato organizace vydává mezinárodně uznávané standardy. Nyní má sídlo v Ženevě [6].

ISO je pouze zkratka, celý název této organizace je: „Mezinárodní organizace pro standardizaci“. Jelikož překlad názvu by měl v různých jazycích různé zkratky (IOS v angličtině, OIN ve francouzštině atd.), tak byla zkratka ISO odvozena z řeckého „isos“, což znamená stejné. Ve všech zemích je tedy, zkratka označující tuto organizaci, vždy ISO [6].

V roce 1946 se v Londýně sešlo 65 delegátů probírajících otázku mezinárodní standardizace. Oficiálně byla založena 23. února 1947. Od tohoto data vydala organizace přes 23 000 norem zabývajících se téměř všemi aspekty technologie a výroby [6].

Pro řešenou problematiku však není důležitější norma, než ISO 9001. Obecně patří norma ISO 9001 mezi řadu norem ISO 9000. Tato řada norem poskytuje obecné informace o řízení kvality. Poprvé byla tato řada norem vydána v roce 1987 a od té doby prošla celou řadou revizí [3].

Poslední revize normy byla v Evropě vydána v roce 2015. Její oficiální označení je tedy EN ISO 9001:2015. Avšak česká verze normy vstoupila v platnost až v roce 2016, tudíž v České republice, nese oficiální označení ČSN EN ISO 9001:2016 [3].

Konkrétně norma ISO 9001 obsahuje minimální požadavky, týkající se řízení kvality, které musí společnost splnit, aby mohla být certifikována. Pro systém řízení kvality jsou v této normě používány zkratky SMK (systém managementu kvality), nebo QMS pocházející z anglického překladu názvu „quality management systems“ [3].

V této normě existuje jednoduchý princip, při kterém vedení společnosti, pro danou produkci, vytvoří cíle v oblasti kvality. Těchto cílů je poté dosahováno prostřednictvím ověřených postupů. Úroveň dokončení jednotlivých cílů je sledována a měřena, pro případné navržení a provedení nápravných operací [3].

Norma ISO 9001 ovlivňuje téměř všechny firemní procesy a v hierarchii společnosti zastřešuje činnost organizace. Norma se věnuje metodice řízení infrastruktury, pracovníků, dokumentace atd. Norma mimo jiné zavádí proces interních auditů, pro ověření souladu jednotlivých procesů s požadavky normy. Norma pro svoji činnost využívá procesního přístupu a ten zahrnuje použití tzv. Demingova cyklu (viz kapitola 2.4.2) [3,16].

V normě ČSN EN ISO 9001:2016 je zcela jasně určen význam následujících slov:

- slovem „musí“ se označuje požadavek,
- slovem „má“ se označuje doporučení,
- slovem „smí“ se označuje dovolení,
- slovem „může“ se označuje možnost či způsobilost [3].

Pro zadanou problematiku je systém řízení kvality velmi důležitý, jednak proto, že se přímo zabývá řešením neshodných výrobků a jednak proto, že společnost, o které tato diplomová práce pojednává je na ISO 9001 certifikována, a tudíž je zavázána požadavky obsažené v tomto standardu dodržovat.

2.1.2 API

API je již více než 90 let národní obchodní asociací USA pro petrolejářský průmysl, tudíž průmyslu zabývajícího se těžbou ropy a zemního plynu. Zkratka API pochází z celého názvu organizace „American Petroleum Institute“. Oficiálně byla založena 20. března 1919 v New Yorku, avšak nyní sídlí ve Washingtonu, DC [8].

API byla původně založena za účelem stanovení standardů, potřebných pro zaměnitelnost zařízení v celém petrolejářském průmyslu, ale od doby založení uběhlo mnoho let a organizace značně rozšířila pole svojí působnosti [8].

Od její existence API vyvinula a stále udržuje více než 700 platných standardů, které mají za úkol zvýšit provozní bezpečnost a snížit dopady na životní prostředí. Kromě standardů publikuje vědecké zprávy, doporučené pracovní postupy, specifikace pro potrubní vedení, specifikace pro ventily, postupy při únicích ropy a mnoho dalšího [8].

Ačkoliv se organizace soustředí převážně na trh USA, tak v posledních letech rozšířila oblast své působnosti i do mezinárodní sféry. V současné době je organizace uznávána po celém světě [8].

Pro zadanou problematiku je činnost této organizace velmi důležitá, protože společnost, o které tato diplomová práce pojednává, se zabývá mimo jiné výrobou ventilů právě pro petrolejářský průmysl a ty následně dodává do celého světa.

2.1.3 ASME

ASME je nezisková organizace sdružující strojní inženýry z celého světa. Umožňuje strojním inženýrům spolupráci, výměnu znalostí a odborných dovedností v rámci všech technických oborů. Také je to organizace vydávající standardy pro parní tlaková potrubí a parní kotle. Organizace od data jejího založení sídlí v New Yorku [7].

Zkratka ASME pochází z celého názvu organizace „The American Society Of Mechanical Engineers“, což v doslovném překladu znamená americká společnost strojních inženýrů [7].

ASME byla založena v roce 1880 za účelem poskytnutí prostoru strojním inženýrům pro diskuzi o obavách z industrializace. Zakladateli byli nejvýznamnější výrobci strojů. První schůze se účastnilo pouze 30 lidí [7].

Tato organizace vznikla, kvůli sérii výbuchů parních kotlů a tlakových nádob na přelomu 19. a 20. století. Vláda si uvědomila, že je potřebné zajistit bezpečnost těchto zařízení používaných ve výrobě [7].

Původně malá skupina strojních inženýrů se značně rozrostla a nyní zahrnuje více než 100 000 členů ve více než 140 zemích. Z toho třicet dva tisíce členů jsou studenti. Členství je pro studenty zdarma, avšak pro ostatní je zpoplatněno celkem vysokou částkou [7].

Pro rozšíření technických znalostí vydává společnost ASME různé publikace, sborníky a normy. Dále také pořádá odborné konference a jiné programy odborného rozvoje pro inženýry z celého světa. Tím napomáhá k bezpečnějšímu světu [7].

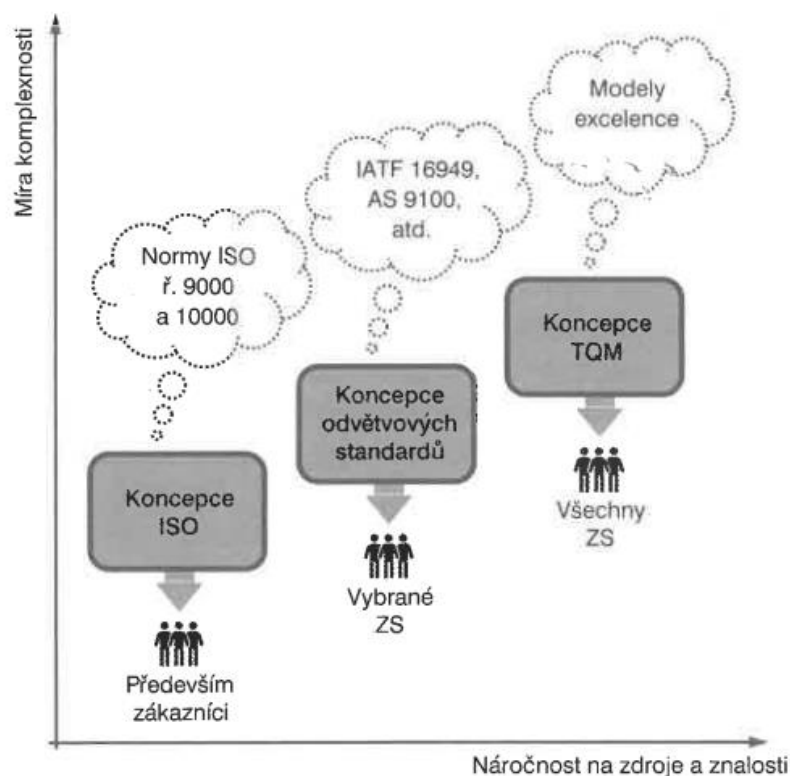
Pro zadanou problematiku je činnost této organizace velmi důležitá, protože společnost, o které tato diplomová práce pojednává, se zabývá mimo jiné výrobou ventilů na tlaková potrubí s parním médiem.

2.2 Filosofie

V kontextu zadané problematiky může být nazývána také jako koncepce, firemní strategie, systémový přístup, nebo též manažerský přístup. Velmi obecně je to způsob, jak společnost či organizaci řídit [1, 9].

V současné době existuje celá řada filosofí. Nejznámější z nich jsou koncepce TQM, koncepce ISO, koncepce odvětvových standardů, Six Sigma, Lean a mnoho dalších. Některé ze jmenovaných filosofí budou, v následujících kapitolách této diplomové práce, stručně popsány. Jednotlivé filosofie se v čase neustále vyvíjejí, a dokonce nyní v průběhu tvorby této diplomové práce dochází k jejich dalšímu vývoji [1, 9].

Filosofie se vyvíjejí v rozdílných prostředích a různou rychlostí, což mezi nimi způsobuje řadu rozdílů. Například je to patrné u koncepcí TQM, ISO a odvětvových standardů, ty mají velmi odlišnou náročnost na zdroje a znalosti lidí. Což je přehledně graficky znázorněno na Obr. 1) [1].



Obr. 1) Grafické znázornění náročnosti koncepcí na zdroje a znalosti vůči míře komplexnosti [1]

Ačkoliv se koncepce vyvíjejí nezávisle na sobě, mají také mnoho společného. Tím nejvýraznějším společným znakem všech filosofí je snaha o dosažení co nejefektivnějšího řízení společnosti a také snaha o neustálé zlepšování (viz kapitola 2.4) [1, 9].

Dalším společným znakem některých filosofí je to, že se snaží nějakým způsobem plnit požadavky standardů. K tomu využívají nástroje a metody řízení kvality. Filosofie se často liší v použitých nástrojích a také mírou splnění požadavků [1, 9].

Volba filosofie závisí čistě na dané společnosti. Neexistuje jedna konkrétní filosofie, o které by se dalo tvrdit, že bude tou nejefektivnější a jedinou správnou u všech typů společností a oblastí působení. Všechny filosofie to však o sobě rády tvrdí. Obecně je filosofie pouze

jakousi hrubou kostrou a to, jak bude společnost k řízení kvality přistupovat je svévolné. Dokonce ve společnostech dochází ke kombinaci různých filosofí [1, 9].

Filosofie mohou být preskriptivní, či otevřené. Preskriptivní znamená, že mají jednotlivé nástroje a zásady zakotveny v určitých standardech (např. koncepce ISO využívá předepsané metody normy ISO 9001). Otevřené znamená, že nemají základ v žádném standardu a vznikly jako myšlenka, která se dále rozvíjela (např. koncepce TQM, Six sigma) [1, 9].

2.2.1 TQM

Jedná se o filosofii řízení společnosti, která vznikla ve druhé polovině 20. století v Japonsku, odtud se dále šířila do Ameriky, a nakonec i do Evropy. V současné době je rozšířena téměř po celém světě. Zkratka TQM pochází z celého názvu filosofie „Total Quality Management“. Což v překladu znamená komplexní řízení kvality, avšak tato zkratka se zpravidla nepřekládá, nejčastěji udávaný výklad této zkratky je následující:

- Total (kompletní) - Jsou zapojeni všichni pracovníci organizace
- Quality (kvalita) - Jsou použité nástroje kvality
- Management (řízení) – Nástroje kvality procházejí všemi úrovněmi společnosti, včetně managementu [1, 9, 17].

Filosofie obecně klade velký důraz především na řízení kvality ve všech úrovních organizace. To znamená, že se nástroje řízení kvality aplikují od pozice řadového technika, až po pozici nejvyššího manažera. Velmi důležité je také zaujetí všech zaměstnanců a přesvědčení o správnosti TQM. Polovičaté zavedení této filosofie může vést k selhání [1, 17].

TQM nemá používané metody zakotvené v žádném standardu, tudíž se jedná o otevřenou filosofii, která používá to nejlepší z celosvětové praxe. Při bližším pohledu tato filosofie nevytváří žádné nové nástroje či metody. Jedná se jen o aplikaci několika známých nástrojů zaměřených na zvýšení kvality a spokojenosti zákazníka. U aplikací nástrojů je poté kladen velký důraz na důslednost a systematičnost, tudíž na tzv. procesní přístup [1, 16, 17].

Jak již bylo řečeno, filosofie využívá ke svojí činnosti vybrané nástroje řízení kvality a to zejména „Sedm základních nástrojů řízení kvality“, QFD, DOE, Design review, FMEA a SPC. Některé z těchto nástrojů jsou blíže popsány v kapitole 2.3 [17].

V posledních letech se filosofie TQM prosazuje pomocí tzv. modelu excellence. Modely TQM se totiž nezdály odborníkům příliš „totální“ a tak, protože filosofie sama o sobě k praktické aplikaci už nestačí, byly vyvinuty modely excellence (EFQM) a model americké Národní ceny Malcolma Bridge (MBNQA) [16].

Model excellence (EFQM) však již není označován za podpůrný model, ale jako další vývojový stupeň filosofie TQM. Excellence je totiž jakési dosažení vynikajících výsledků při působení společnosti, a to je to, oč se každá společnost snaží. Model EFQM má 9 kritérií, které jsou dále rozděleny na 32 dalších kritérií. Podrobnější popis tohoto modelu značně přesahuje rámec této diplomové práce [1, 16, 17].

2.2.2 Koncepce ISO

Ve srovnání s ostatními filosofiemi je tato jedna z nejméně náročných filosofí. Tudíž je ve světě ze všech filosofí tou nejrozšířenější. Tato filosofie má základ v souboru norem vydávaných organizací ISO (viz kapitola 2.1.1). Tato filosofie vychází ze čtveřice evropských norem, které jsou však převedeny i do systému ČSN. Jsou to tyto normy:

- ČSN EN ISO 9000:2016, obsahující základy a slovník ke QMS,
- ČSN EN ISO 9001:2016, obsahující požadavky na systém QMS,
- ČSN EN ISO 19011:2019, s názvem Systémy managementu: směrnice pro auditování systémů managementu,
- ČSN EN ISO 9004:2019, s názvem Management kvality: Návod k dosažení udržitelného úspěchu [16, 18].

Tato filosofie má tu výhodu, že je použitelná v jakémkoliv odvětví a ve všech typech organizací, protože je provázána s normami, řady ISO 9000, ty jsou úplně univerzální. Tato provázanost s normami je však zároveň velkou nevýhodou, neboť tyto normy, kvůli velkým intervalům mezi revizemi, zaostávají za pokrokem managementu kvality [16].

2.2.3 Koncepce odvětvových standardů

Jedná se o preskriptivní filosofii, která na rozdíl od koncepce ISO, není vůbec univerzální. Je navržena za účelem specifického použití v konkrétním odvětví průmyslu. Mimo jiné tato filosofie požívá také normu ISO 9001. Tu využívá i koncepce ISO, ale koncepce odvětvových standardů se tolik nedrží struktury normy ISO 9001, ale používá i další specifické normy pro dané odvětví průmyslu. Používání této filosofie se považuje za náročnější, než používání koncepce ISO [16].

Použití této filosofie nalézá například v automobilovém průmyslu, kde je odvětvovým standardem norma IATF 16949, která definuje požadavky na systémy managementu kvality. Dále se tato filosofie používá v leteckém průmyslu, kde je odvětvovým standardem norma AS 9100. Ta se věnuje systémům managementu kvality v leteckém průmyslu. Oba tyto standardy převyšují rámec této diplomové práce a dále o nich nebude psáno [16].

2.2.4 Six Sigma

Jedná se o otevřenou filosofii, která si velmi zakládá na procesním přístupu k řešení problémů. Byla vyvinuta společností Motorola v 80. letech 20. století. Od doby založení se rozšířila do společností Honeywell a GE. V současné době je tato filosofie uznávána a užívána v organizacích po celém světě. Filosofie dokonce nese svoji vlastní obchodní značku Six sigma. V rámci této diplomové práce bude pouze stručně představena, neboť společnost, o které tato diplomová práce pojednává ji přímo nevyužívá, aplikuje pouze některé nástroje [10, 16].

Cílem této filosofie je upravit procesy do takové úrovně, aby se v nich vyskytovaly maximálně 3,4 chyby na jeden milion příležitostí k jejich vzniku, vše ostatní je nepřípustné a musí dojít ke zlepšení. Tento stav se také nazývá úroveň 6σ . K dosažení tohoto stavu využívá tato filosofie různé nástroje řízení kvality [1, 10, 16].

Princip této filosofie je rozdělen do fází cyklu DMAIC (viz kapitola 2.4.1):

- Fáze definuj, obsahuje stanovení hlavních cílů a aktivit ke zlepšování. Mimo jiné také popis procesu metodou SIPOC (viz kapitola 2.3.1).
- Fáze měř obsahuje druhy měření, možnosti výskytu neshod měření, druhy shromažďovaných dat a možnost vyhodnocování dat.
- Fáze analyzuj obsahuje provedení analýzy, která může být buď grafická (bodové grafy a grafy interakcí), nebo analytická (regresní analýza a DOE).

- Fáze zlepšuj obsahuje postup, při kterém je analyzovaný proces znovu sestaven a změněn tak, aby odpovídal úrovni 6σ .
- Fáze kontroluj obsahuje kontrolu a sledování procesu za účelem zjištění, zda se problém znovu neopakuje [1, 16].

Od ostatních filosofií se tato filosofie liší tím, že vytváří speciální infrastrukturu lidí v organizaci, kteří jsou odborníky na aplikaci nástrojů a metod Six sigma. Filosofie využívá systému rozdělení jako v bojových uměních, který také znázorňuje různé barvy pásků (anglicky „belt“) pro určení úrovně odborníka. Úrovně jsou zpravidla udávány v originálním anglickém překladu:

- *Yellow belt*, je úroveň, kterou lze získat po dvoudenním praktickém tréninku.
- *Green belt*, je pokročilejší úroveň odborníka na metodiku Six sigma. Na této úrovni je doporučeno dohlížení odborníkem vyšší úrovně Black belt.
- *Black belt*, je téměř nejvyšší úroveň, kterou lze u Six sigma získat. Pro její získání musí odborník projít řadou školení, během několika měsíců.
- *Master black belt*, je nejvyšší úroveň, která lze v Six sigma získat. Vyžaduje několik let praxe na pozici Black belt [10].

Filosofie Six sigma vyžaduje stejně jako filosofie TQM plné zaujetí managementu společnosti. Mimo zaujetí managementu je také důležité vzdělávání metodiky Six sigma v celé společnosti, protože jsou to právě zaměstnanci na nižších úrovních, kteří pracují na projektech [16].

2.2.5 Lean

Jedná se o filosofii otevřenou, která klade velký důraz na omezení ztrát a plýtvání. Aplikuje se převážně na malosériovou či sériovou výrobu, ale je možné ji využívat i ve výrobě kusové. Velmi důležitá je také myšlenka neustálého zlepšování, kterou tato filosofie prosazuje. Pro zadanou problematiku je tato filosofie velmi aktuální, neboť společnost, o které tato diplomová práce pojednává, používá právě filosofii Lean [16].

Lean pochází z Japonska. Tato filosofie byla založena v 50. letech dvacátého století pro automobilku Toyota. Lean v anglickém překladu znamená „štíhlý“. Od tohoto překladu je také odvozen český název této filosofie „Štíhlý podnik“. Původní myšlenka byla zkrácení doby mezi položením objednávky a dodáním výrobku k zákazníkovi. Tato myšlenka však přerostla a v současné se jedná celosvětově uznávanou filosofii [16].

Tato filozofie používá následujících pět principů:

- 1) Popis reálné zákaznické hodnoty.
- 2) Určení toku každého výrobku/služby poskytující zákaznickou hodnotu a odebrání těch kroků, představujících plýtvání.
- 3) Zajištění návaznosti toků, pomocí standardizace.
- 4) Zajištění principu tahu (pull), mezi jednotlivými kroky. Zaměření na požadavky zákazníka.
- 5) Postupné odstraňování těch kroků, které nemají žádnou přidanou hodnotu a tím dosahování dokonalosti. Redukce počtu kroků, časů, informací atd. k co největšímu uspokojení zákazníka [16].

Jak již bylo zmíněno, tak tato filosofie klade velký důraz na odstranění plýtvání. Plýtvání v této filosofii znamená všechno to, co zákazník není ochoten zaplatit, a tudíž to co

konečnému produktu nepřidává žádnou hodnotu. Plýtvání vede k neefektivitě podniku a tím ke snižování zisku. V současné době bylo popsáno 8 typů plýtvání (nadvýroba, čekání, zbytečná přeprava, nadbytečné zpracování, příliš velké skladové zásoby, zbytečný transport, neshodné výrobky a nevyužitý potenciál zaměstnanců). Tyto typy plýtvání se nevztahují pouze k výrobě, ale také k administrativě, logistice a vývoji. V této filosofii je často používán tzv. koncept 3M, který vychází z původních japonských názvů pro různé druhy plýtvání:

- Muda, označuje činnosti nepřidávající hodnotu, tedy plýtvání.
- Mura, označuje variabilitu procesu, tedy nerovnoměrnost výkonu.
- Muri, označuje špatné pracovní podmínky a přetížení systému [16].

K eliminaci plýtvání používá filosofie Lean celou řadu nástrojů a to například: Analýza a měření práce, 5S, Andon, ergonomie pracoviště, FIFO, Gemba, Heijunka, Jidoka, JIT, JIS, Kaizen, Kanban, Milk-Run, Poka Yoke, SMED, procesní analýza, TPM, VSM. Funkce některých z nich budou stručně popsány v Tab 1) [16].

Tab 1) Stručný popis nástrojů a metod filosofie Lean [16]:

Nástroj (metoda)	Funkce
Kaizen	Každý zaměstnanec v organizaci má možnost podat zlepšovací návrh. Cílem je neustálé zlepšování.
5S	Udržování přehledného pracoviště.
VSM (Value stream mapping)	Nalezení, určení, rozbor, měření a grafické zobrazení plýtvání v procesech.
Poka Yoke	Chybuvzdornost, vytvoření takového procesu, ve kterém není možné udělat chybu.
SMED	Zkrácení doby přestavby stroje z jednoho výrobku na druhý.
Andon	Okamžité hlášení a vizualizace problémů.
Jidoka	Kontrola výrobního procesu strojem.
Kanban	Vizualizace úrovně splnění procesu pomocí karet.
Heijunka	Rovnoměrné vytížení práce na strojích.
Gemba	Sledování reálných procesů managementem a hledání neshod s procesem.

2.2.6 Lean six sigma

Jedná se o kombinaci filosofí Six Sigma a Lean, spojením hodnot a cílů těchto filosofí se snaží vytěžit maximum a o co nejefektivnější řízení společnosti. Six sigma potom přispívá nástroji pro zlepšení kvality a Lean nástroji ke zvýšení efektivity, především odstraněním těch činností nepřidávajících žádnou hodnotu [16].

2.3 Nástroje a metody pro řízení kvality

Nástroje jsou často také nazývány jako pomůcky, či metody. Nástrojů pro řízení kvality je celá řada. Slouží k objektivnímu a účinnému vykonávání různých činností v managementu kvality. Některé mají kořeny zakotveny ve standardech, nebo filosofiích, jiné vznikly svévolně. Různé procesy vyžadují různé aplikace nástrojů či metod řízení kvality [1, 16].

Možností, jak je možné nástroje rozdělit, je celá řada. V této diplomové práci je zvoleno rozdělení dle oblasti použití, například nástroje pro popis procesu, nástroje pro řešení problémů. Avšak ne všechny nástroje jdou rozdělit dle oblasti použití, neboť tvoří ucelené celky. Například sedm základních nástrojů kvality, nebo další metody řízení kvality u kterých je oblast použití obtížné zatřídit, neboť slouží k více oblastem použití. Proto stojí v tomto rozdělení zvlášť. Následující kapitoly jsou tedy rozděleny dle oblasti použití nástrojů a dle ucelených celků [1, 16].

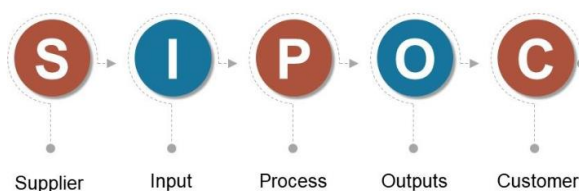
Použití nástrojů v organizaci si organizace stanovuje svévolně, avšak jejich použití je velmi výhodné a často přináší nečekané možnosti. Na závěr doplním, že je vhodné použití nástrojů v týmu, aby bylo zajištěno co nejširšího pohledu při řešení daného problému [1, 16].

2.3.1 Nástroje pro popis procesu

Společným znakem všech aplikací nástrojů či metod řízení kvality je nutnost porozumění danému procesu. Ke správnému pochopení procesu je tedy důležitý co nejpřesnější popis daného procesu. K tomu byly vyvinuty různé nástroje pro popis procesu, kterým se věnuje tato podkapitola [1, 16].

Procesní přístup k řízení společnosti je zakořeněn téměř ve všech filosofiích, nástroje pro popis procesu jsou například tyto:

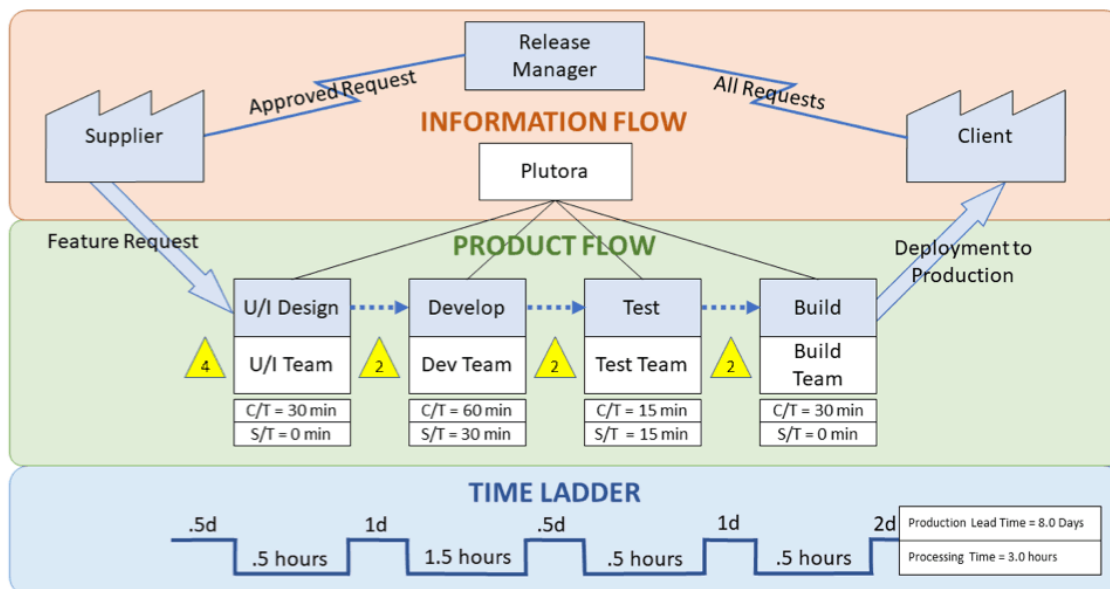
- *Schéma SIPOC*, jedná se o nástroj používaný převážně ve filosofii Six sigma. Zkratka SIPOC obsahuje výrazy suppliers (dodavatele), inputs (vstupy), process (proces), outputs (výstupy) a customers (zákazníci), tyto výrazy, tak jak jdou za sebou, tvoří kompletní kostru jakéhokoliv procesu viz Obr. 2). Později jsou k těmto výrazům přiřazovány jednotlivé dílčí činnosti pro konkrétní proces [16].



Obr. 2) Grafické znázornění nástroje SIPOC dle [19]

- *Vývojový diagram*, je také nástroj pro popis procesu. Tento nástroj lze z hlediska kontextu zařadit také mezi sedm základních nástrojů pro řízení kvality. Pro zachování soudržnosti je tento nástroj blíže popsán v kapitole 2.3.2 [16].
- *Value stream mapa*, někdy nese také zkratku VSM, je manažerský nástroj pro popis procesu používaný převážně ve filosofii Lean. Jak napovídá český překlad názvu, „mapování toku hodnot“, jedná se o nástroj, který graficky vizualizuje toky hodnot ve společnosti. Může se jednat o toky materiálové, finanční, informační, nebo jiné. Slouží k identifikaci úzkých míst, či slabých stránek a neefektivních toků kdekoli ve společnosti. Příklad VSM viz Obr. 3) [9,16].

SAMPLE: Future State VSM for Software Development



Obr. 3) Příklad VSM dle [21]

2.3.2 Základní nástroje řízení kvality

Je obecné označení sedmi jednoduchých nástrojů pro kontrolované řízení procesů. Byly vyvinuty převážně K. Ishikawou a W. E. Demingem v Japonsku. Ve firmách je jejich použití velmi oblíbené pro jejich jednoduchost a také použití tzv. „selského rozumu“ [1, 16].

Jedná se o tyto nástroje:

- 1) Vývojový diagram,
- 2) Diagram příčin a následků,
- 3) Kontrolní seznam,
- 4) Paretův diagram,
- 5) Histogram,
- 6) Korelační diagram a
- 7) Regulační diagram [1,16].

Pořadí, ve kterém jsou udávány se různí, avšak toto uspořádání udává posloupnost nejčastějšího použití těchto nástrojů. Následující podkapitoly jsou pro lepší přehlednost uspořádány také dle této posloupnosti [1, 16].

1) Vývojový diagram

Jedná se o grafické schéma posloupnosti a provázanosti veškerých kroků daného procesu. V pořadí posloupnosti, používání základních nástrojů kvality, je tento nástroj na prvním místě, protože slouží k co nejpřesnějšímu popisu daného procesu, což je nezbytně důležité při aplikaci dalších nástrojů řízení kvality [16].

Při tvorbě vývojového diagramu nezáleží, zda je proces ve fázi návrhu, či je již implementovaný. Tvorba vývojového diagramu by měla probíhat v týmu složeném z lidí, kteří daný proces používají, či teprve budou používat a spravovat. Vývojový diagram se tvoří pro lepší pochopení procesu jako takového [16].

Základním krokem tvorby vývojového diagramu je určení počátku a konce daného procesu. Příliš složitý proces je lepší rozložit na sérii menších procesů, tak aby byla stále

zajištěna přehlednost vývojového diagramu. Dalším krokem při tvorbě vývojového diagramu je určení jednotlivých funkcí procesu. Možností určení těchto funkcí je celá řada, avšak je vhodné užití brainstormingu, či adekvátního softwaru [16].

Brainstorming se provádí v týmu za účelem dosažení co nejvíce možných řešení k danému problému. Principem je fakt, že čím více možných řešení, tím větší pravděpodobnost, že se mezi možnostmi vyskytne právě takové řešení, které povede k vyřešení problému. Tudiž při brainstormingu může každý účastník přispět svým nápadem, což musí být řízeno jistými pravidly, kupříkladu pravidlem, že diskusi řídí pouze moderátor, či tím, že nesmí mluvit více osob najednou [16].

Při zpracování se používají zavedené grafické symboly, základní jsou znázorněny níže na Obr. 4). Komplexnější grafické symboly jsou například uvedeny v normě ČSN ISO 5807. Kompletní vývojový diagram by pro zachování přehlednosti neměl přesáhnout jednu stranu. Po vytvoření vývojového diagramu je doporučeno jej přezkoumat a ověřit správnost, tak aby odpovídal skutečnému procesu [16].

Pro svoji přehlednost se vývojový diagram používá v dokumentaci systému řízení kvality. V těchto případech je zde definována přesná odpovědnost pracovníků, za daný proces. To bývá uvedeno v tzv. Kvalifikační matici. Tato matice slouží pro optimální vytížení zainteresovaných pracovníků [16].



Obr. 4) Základní symboly vývojového diagramu [16]

2) Diagram příčin a následků

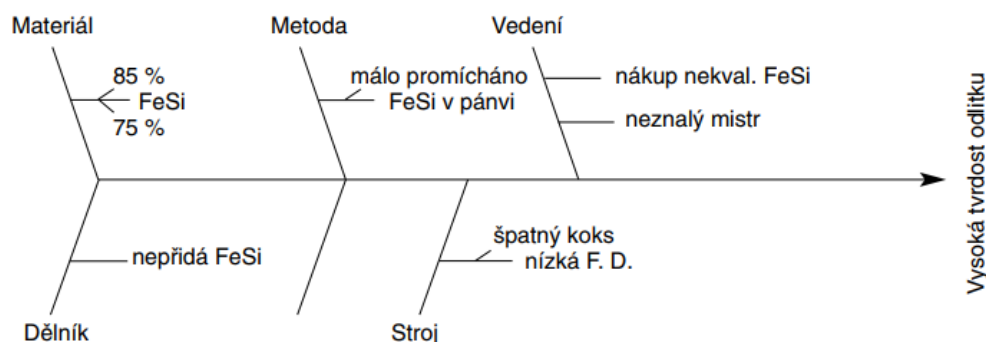
Neboli taky Ishikawa diagram je grafický nástroj, který slouží ke zobrazení jednotlivých příčin k danému následku. Pomocí tohoto nástroje je možné vyhledat skutečné příčiny následku a na základě nich určit nejvýhodnější řešení [1].

Používá se v případech, kdy není známá příčina vzniku problémů. Pro jednoduchost tvorby tohoto diagramu je možné zapojení velmi širokého okruhu pracovníků. Tvorba diagramu probíhá v týmu a podobně jako při tvorbě vývojového diagramu je zde doporučeno použití brainstormingu [16].

V prvé řadě je nutné přesné definování problému či potencionálního problému. Následně je z odborníků vztahujícím se k danému problému vytvořen tým. Tým je vhodné doplnit i o neodborníky, kteří mohou přinést do brainstormingu nezkreslený pohled. Průběh tvorby diagramu řídí moderátor, který zapisuje možná řešení k danému problému. Problém se zapisuje zpravidla na pravé straně pracovní plochy v příkladu na Obr. 5) je problémem vysoká tvrdost odlitku [16].

Vytvořený tým následně vymezí třídy, ve kterých příčiny problému působí. Pro řešení problémů kvality se používají tyto třídy: Materiál, Metoda, Vedení (Prostředí), Dělník, Stroj, Měření. Tyto třídy jsou zakresleny jako postranní větve viz Obr. 5) V jednotlivých třídách se následně pomocí brainstormingu zapisují možné příčiny problému. Neurčité příčiny je možné rozložit na dílčí příčiny, nebo použít metodu 5Why, za účelem nalezení kořenové příčiny [16].

Výstupem diagramu bývá celá řada příčin. Některé příčiny mají větší dopad na řešení problému jiné méně, proto je důležitá volba třech nejdůležitějších. Možností volby je několik, například hlasováním členů týmu, nebo se členové týmu přímo na těchto příčinách dohodnou. Velmi vhodné je, při výběru nejdůležitějších příčin, použití Paretova diagramu. K těmto nejdůležitějším příčinám jsou následně určovány nápravná opatření a zodpovědné osoby za jejich splnění [16].



Obr. 5) Příklad Ishikawa diagramu [1]

3) Kontrolní seznam

V anglickém překladu Checklist analysis. Jedná se o velmi jednoduchou metodu, používanou ke kontrole správnosti či úplnosti daného procesu. K jejímu použití slouží strukturovaný seznamu kroků, položek či úkolů, kterých má být v daném procesu dosaženo. Úroveň splnění jednotlivých kroků je poté označována přímo v kontrolním seznamu [1].

Kontrolní seznam se v dnešní době často používá v elektronické podobě. Kupříkladu může být implementovaný přímo do firemního programu. Kdy jednotlivé oddělení zaznamenávají úroveň splnění kroků v daném procesu [16].

Kontrolní seznam patří mezi formuláře pro sběr údajů. Tyto formuláře pro sběr údajů by měly být jasně identifikovány, tudíž by měly obsahovat následující údaje:

- datum,
- čas,
- výrobní zařízení,
- místo sběru dat,
- jméno pracovníka, který sběr dat prováděl,
- metodu měření,

- popis dané výrobní série,
- další specifické údaje dané výrobou [16].

Před uvedením do praxe by se měl sestavený kontrolní seznam nejprve vyzkoušet a ověřit jeho správnost. Následky nesprávného kontrolního seznamu mohou být fatální. V praxi se poté tato metoda využívá například v leteckém průmyslu. Kde pilot prochází jednotlivé kroky, které musí být dodrženy před vzletem letadla, kdyby některý krok například chyběl, mohl by to být velký problém. Příklad použití viz Obr. 6) [9, 16].

Tuto metodu je možné aplikovat nejen v profesní sféře, ale pro svoji jednoduchost je oblíbená také u laické veřejnosti. Například zjednodušenou formou kontrolního seznamu může být i nákupní seznam. Kdy je úroveň splnění kroků v procesu (nakupování) značena zatrhnutím dané položky nákupního seznamu [1].

AIRBUS A340
FLIGHT CREW OPERATING MANUAL

NORMAL CHECK LIST

BEFORE START	APPROACH
COCKPIT PREP COMPLETE	BRIEFING CONFIRMED
GEAR PINS and COVERS REMOVED	ECAM STATUS CHECKED
SIGNS ON	SEAT BELTS ON
ADIRS NAV	BARO REF. SET
FUEL QUANTITY KG	MDA / DH SET
TO DATA SET	ENG MODE SEL AS RORD
BARO REF. SET	
WINDOWS/DOORS CLOSED	
BEACON ON	
THR LEVERS IDLE	
PARKING BRAKE AS RORD	
AFTER START	LANDING
ANTI ICE AS RORD	CABIN CREW ADVISED
ECAM STATUS CHECKED	A/THR SPEED / OFF
THR LEVERS IDLE	ECAM MEMO LDG ALL GREEN
PARKING BRAKE AS RORD	• SIGNS ON • FLAPS SET
	• CABIN READY • SPLRS ARM
	• LDG GEAR ON
BEFORE TAKEOFF	AFTER LANDING
FLIGHT CONTROLS CHECKED	FLAPS RETRACTED
FLIGHT INST. CHECKED	SPOILERS DISARMED
BRIEFING CONFIRMED	APU START
FLAPS SETTING CONF - SET	PADAR OFF / STBY
V1, VR, V2 / FLEX TEMP. SET	
ATC SET	
ECAM MEMO TO ALL GREEN	
• SIGNS ON • AUTO BRK MAX	
• CABIN READY • TO GNDNG NORM	
• SPLRS ARM	
• FLAPS TO	
CABIN CREW ADVISED	
ENG MODE SEL AS RORD	
PACKS AS RORD	
AFTER TAKEOFF / CLIMB	PARKING
LDG GEAR UP	APU BLEED ON
FLAPS RETRACTED	ENGINES OFF
PACKS ON	SEAT BELTS OFF
BARO REF. STD	EXT LT AS RORD
	FUEL PUMPS OFF
	PARKING BRAKE and CHECKS AS RORD
	SECURING THE AIRCRAFT
	ADIRS OFF
	OXYGEN OFF
	APU BLEED OFF
	EMER EXIT LIGHTS OFF
	NO SMOKING OFF
	APU and BAT OFF

ON GROUND EMER EVACUATION
- AIRCRAFT / PARKING BRK. STOP/ON
- ATC (VHF 1) NOTIFY
- ΔP (only if MAN CAB PR has been used) CHECK ZERO
if not zero, MODE SEL on MAN and V/S CTL FULL UP
- ENG MASTER 1 and 2 OFF
- CABIN CREW (PA) NOTIFY
- FIRE P/Bs (ENG and APU) PUSH
- AGENTS (ENG and APU) AS RORD
- EVACUATION INITIATE

A340	TAKEOFF CG	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
-200	TRIM POS												
		NOSE UP											

Obr. 6) Příklad použití kontrolního seznamu v leteckém průmyslu [15]

4) Paretův diagram

Jedná se o analýzu či nástroj k určení priority při řešení problémů kvality. Vychází z tzv. Paretova pravidla. Toto pravidlo vytvořil Vilfredo Pareto v roce 1897, avšak v té době o tom neměl nejmenší tušení. Vilfredo Pareto byl italský ekonom a sociolog, který studoval univerzitu v Turinu. Tím, že studoval rozložení bohatství v Itálii objevil, že pouze 20% lidí vlastní 80% celkového bohatství země. Své studie poté aplikoval na další země, jako je Rusko, Francie či Švýcarsko. Avšak do 40. let 20. století nebyl tento princip nijak využíván. Znovu jej objevil a aplikoval americký inženýr Joseph Juran, který pracoval v managementu kvality. Tento princip pojmenoval jako „Paretovo pravidlo“ [1, 11, 16].

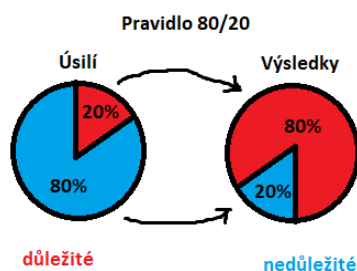
Paretovo pravidlo vychází z tvrzení, že 20% příčin je zodpovědných za 80% výsledků. V praxi to znamená, že 20% zákazníků je odpovědných za 80% obrátů peněz. Identifikováním těchto 20% „nejdůležitějších“ zákazníků jim můžou společnosti věnovat více pozornosti a tím ušetřit čas a náklady. Paretovo pravidlo je graficky znázorněno na Obr. 7). Podle Josepha Jurana může být Paretovo pravidlo aplikováno univerzálně a je možné jej najít ve všech oblastech každodenního života. Ačkoliv toto pravidlo není příliš respektováno, dává dobrý náhled do skutečnosti [11].

Paretovo pravidlo jako nástroj pro řízení kvality je velmi využíváno ve výrobní sféře. Pokud 20% chyb způsobuje 80% problémů, tak se společnost může soustředit na odstranění těchto 20% chyb, za účelem zlepšení výsledků kvality. Toto pravidlo je také nazýváno jako kritérium 80/20 (Paretův princip) [11, 1].

Paretovo pravidlo se používá při sestrojení tzv. Paretova diagramu. Paretův diagram je součástí Paretovy analýzy. Paretova analýza je praktická aplikace Paretova diagramu. Slouží k oddělení podstatných faktorů od ostatních a tím pomáhá určit, kterým směrem zaměřit úsilí a zdroje ke zlepšení daného procesu. Paretova analýza se provádí v předem daném sledovaném období [1, 16].

Základem pro zpracování Paretova diagramu je přesné vymezení problému. V oblasti kvality bývá častým problémem výskyt neshodných výrobků. Příčinami tohoto problému můžou poté být například druhy neshodných výrobků. Před vypracováním diagramu je nejprve nutné shromáždění dat [16].

Vhodnými daty pro sestrojení diagramu jsou například četnost výskytu za určité sledované období. Jenomže samotná četnost nezohledňuje závažnost problému, proto je vhodné posuzovat jednotlivé příčiny pomocí tzv. koeficientu závažnosti. V praxi jsou vhodnými koeficienty závažnosti například výdaje. Dle výdajů se poté data sestupně seřadí a následně se vypočítají kumulativní výdaje, jako postupný součet dílčích výdajů. Následně se stanoví relativní kumulativní výdaje v procentech. Příklad shromážděných dat je uveden v Tab 2) [16].

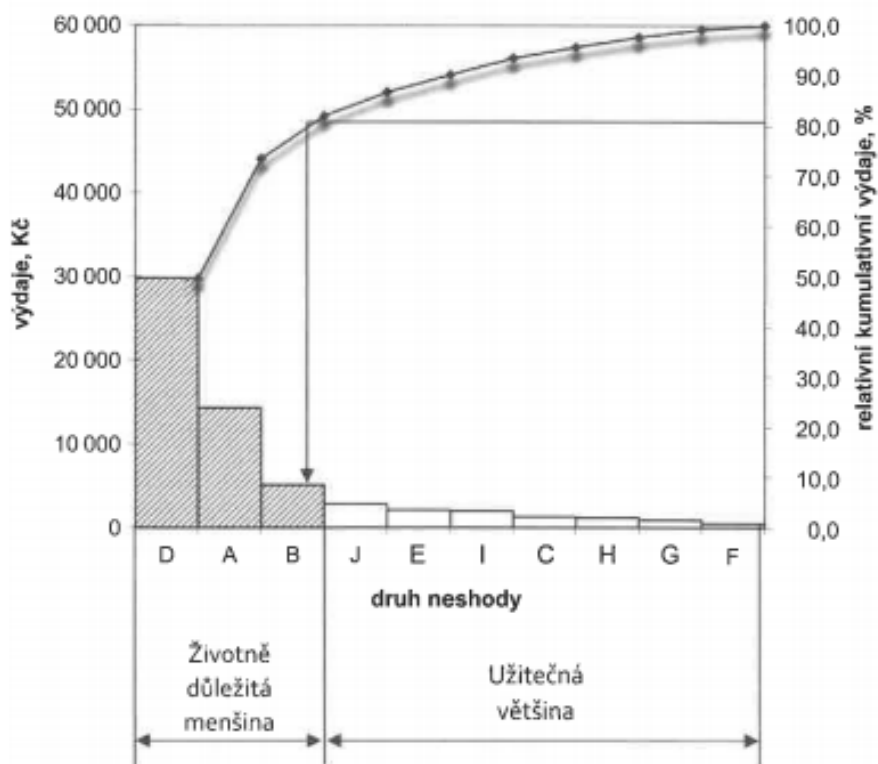


Obr. 7) Paretovo pravidlo dle [11]

Samotný Paretův diagram je kombinace sloupcového a bodového diagramu. Sloupcový graf je tvořen sestupně dle dílčích výdajů vůči druhům neshod. Bodový diagram poté vyjadřuje relativní kumulativní výdaje v procentech. Bodový diagram se následně doplňuje Lorenzovou křivkou. Diagram by měl mít na ose y dostatečnou stupnici, tak aby zahrnul maximální hodnotu kumulativních výdajů. Po sestrojení diagramu následuje jeho vyhodnocení, aplikací Paretova pravidla 80/20. Z vyhodnocení vyplynou ty druhy neshod tzv. „životně důležitá menšina“, na které budou navrhována a prováděna nápravná opatření. Příklad vyhodnoceného Paretova diagramu je na Obr. 8) [16].

Tab 2) Data pro vytvoření Paretova diagramu viz Obr. 8) dle [16]

Druh neshody	Výdaje [Kč]	Kumulativní výdaje [Kč]	Relativní kumulativní výdaje [%]
D	29 800	29 800	49,7
A	14 300	44 100	73,5
B	5 100	49 200	82,0
J	2 800	52 000	86,7
E	2 100	54 100	90,2
I	2 000	56 100	93,5
C	1 300	57 400	95,7
H	1 200	58 600	97,7
G	900	59 500	99,2
F	500	60 000	100,0



Obr. 8) Aplikace Paretova diagramu v praxi za použití kritéria 80/20 [16]

5) Histogram

Jedná se o grafický nástroj řízení kvality, který slouží k vyjádření četnosti ve zvoleném časovém intervalu. Je to sloupcový graf, jehož sloupce mají většinou stejnou šířku, ta odpovídá šířce intervalu h . Výška sloupce potom značí četnost hodnot sledované veličiny. Sloupce v histogramu by na sebe měly vždy navazovat. Pro jeho sestrojení se v dnešní době využívá vhodný software, avšak pro zajímavost zde bude uvedeno, jak Histogram sestrojít [16].

V prvé řadě je nutné shromáždit dostatek relevantních dat pro sestrojení tohoto diagramu (min 30 hodnot) a zanést například do přehledové tabulky. Jako další krok se provádí stanovení maximální a minimální hodnoty, tyto hodnoty slouží k výpočtu variačního rozsahu hodnot, pomocí vzorce (1) [16].

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (1)$$

Kde:

R ...variační rozsah hodnot

X_{max} ... maximální hodnota

X_{min} ... minimální hodnota [16]

V dalším kroku se volí vhodný počet intervalů. Na výpočet vhodného počtu intervalů existují empirické vzorce, ty jsou dohledatelné v publikacích zabývajících se statistikou. Doporučený počet intervalů je 5-20. Na výběr šířky intervalu h slouží vzorec (2) [16].

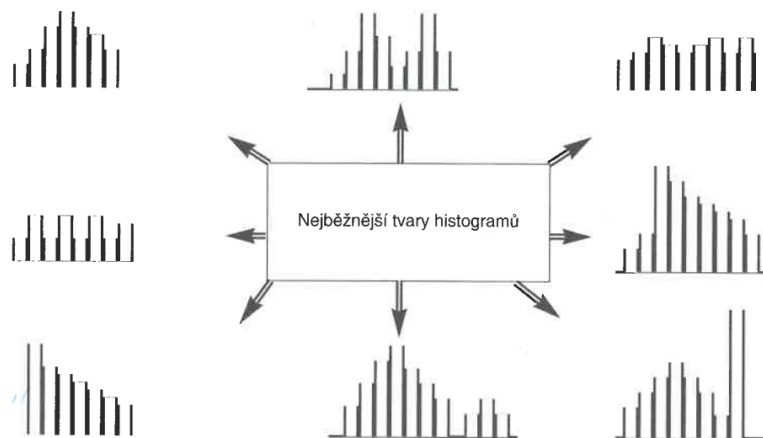
$$h \approx \frac{R}{k} \quad (2)$$

Kde:

h ... šířka intervalu

k ... počet intervalů [16].

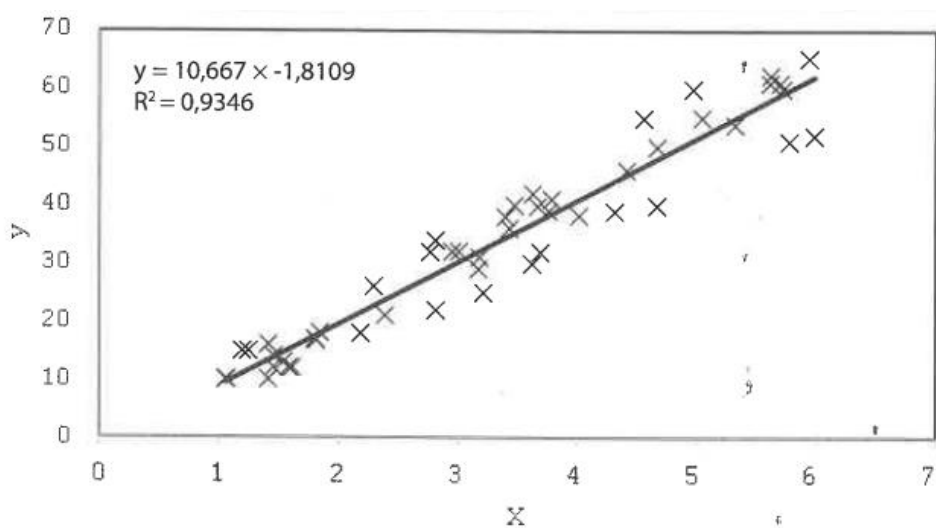
Ve finální podobě histogramu se na ose x vynášejí hodnoty sledovaného znaku a jeho intervaly. Na ose y se vynášejí četnosti hodnot v intervalech. Pro určení, zda jsou hodnoty v toleranci se k histogramu přidávají vhodné toleranční meze. Z finální podoby histogramu se provádí analýza, při které je nutné soustředit hlavně na polohu, šířku a tvar histogramu. Z těchto tří ukazatelů je pak možné přímo odhalit možné příčiny problémů. Nejběžnější tvary histogramů jsou uvedeny na Obr. 9) [16].



Obr. 9) Nejběžnější tvary histogramů dle [21]

6) Korelační diagram

Někdy také nazýván jako Bodový diagram. Slouží ke zobrazení závislosti dvou náhodných proměnných. Pokud mezi těmito proměnnými existuje nějaká závislost, tak lze pomocí tohoto diagramu určit. Souřadnice bodu jsou určeny dvěma proměnnými z toho vyplývá, že čím více hodnot proměnných je k dispozici, tím lépe bude závislost mezi těmito proměnnými viditelná. Hodnoty by měly být získány za obdobných podmínek, pokud nejsou, musí se rozdělit do vhodných skupin. Dále se doporučuje, aby rozpětí hodnot na osách odpovídalo přibližně hodnotě variačního rozpětí. Po sestrojení grafu je hodnoceno, jakým způsobem jsou body rozvrstveny. Podle toho lze rozeznávat směr, tvar a míru těsnosti bodů. Nejčastějším jevem je tzv. volná závislost, kdy mají hodnoty velký rozptyl. To může být způsobené řadou vnějších vlivů, nepřesnostech při měření atd. Pro posouzení, zda lze závislost mezi proměnnými vyjádřit matematickým vztahem, se používá korelační, nebo regresní analýza. Příklad bodového diagramu s regresní funkcí je zobrazen na Obr. 10) [1, 16].



Obr. 10) Příklad bodového diagramu proloženého regresní funkcí dle [16]

7) Regulační diagram (Control diagram)

Regulační diagram je základním nástrojem statistické regulace procesu, někdy také nazývaného jako SPC (Statistic process control). Regulaci procesu zkoumal a popsal ve 20. letech 20. století W.A.Shewhart. Dále regulační diagram slouží jako grafická pomůcka, která ukazuje variabilitu procesu v závislosti na čase. Díky tomu je možné předvídat možný vývoj procesu a na základě toho daný proces zlepšovat. Existuje variabilita způsobená náhodnými vlivy a variabilita způsobená vymezitelnými příčinami. Rozdíl mezi nimi je v míře úsilí, které musí být vynaloženo, aby proces dosáhl zlepšení. U variability vymezitelných příčin stačí řešení na úrovni obsluhy. U variability způsobené náhodnými vlivy je potřeba změnit celý proces (změna výrobní technologie, výměna výrobního zařízení atd.) [16].

Princip při využívání regulačního diagramu:

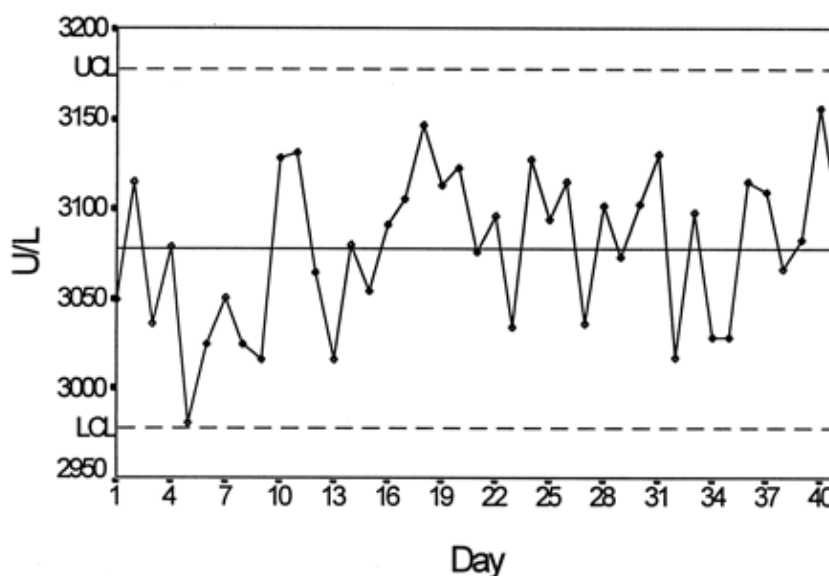
- 1) Ve stejných časových intervalech se odebere předem daný počet výrobků. Tato podskupina se dále značí jako n .
- 2) Po odebrání výrobku se určuje totožný znak jakosti. Ten se posléze u předem daného počtu výrobků změří a změřená data se následně zanesou do tabulky.

- 3) U změřených dat se poté vypočítají výběrové charakteristiky, například aritmetický průměr, rozptyl atd.
- 4) Výsledky výběrových charakteristik se jeden po druhém zanesou do regulačního diagramu.
- 5) Analýza regulačního diagramu [1].

Na základě analýzy regulačního diagramu lze zjistit, zda je proces statisticky zvládnutý, či nikoliv. K tomu slouží 3 následující kritéria:

- centrální přímk (CL),
- horní regulační mez (UCL),
- dolní regulační mez (LCL) [1].

U statisticky zvládnutého procesu se měřené hodnoty nacházejí v regulačních mezích (LCL a UCL). Regulační meze vycházejí ze statistiky a většinou odpovídají hodnotě 3σ . U statisticky nezvládnutého procesu se měřené hodnoty nachází mimo regulační meze, nebo mohou tvořit náhodná seskupení. Příklad regulačního diagramu procesu viz Obr. 11) [1].



Obr. 11) Ukázka regulačního diagramu [12]

2.3.3 Další metody a nástroje řízení kvality

Mezi další nástroje řízení kvality patří například FMEA, nebo FTA. Nástrojů pro řízení kvality existuje nepřeberné množství, popis všech značně převyšuje rámec této diplomové práce, proto zde budou popsány pouze dva výše zmíněné nástroje.

FMEA

Zkratka FMEA vychází z anglického překladu názvu metody Failure Mode and Effect Analysis. Český překlad tohoto názvu je Analýza příčin a důsledků. Jedná se o analýzu, která se provádí, na určitém návrhu, týmem zainteresovaných odborníků. Provádí se za účelem odhalení možných vzniků vad u tohoto určitého návrhu. Následně se u možných vzniků vad provádí ohodnocení rizik. Toto ohodnocení rizik se dále využívá k návrhu a poté realizaci nápravných opatření, vedoucích ke snížení těchto rizik. Aplikací této metody je možné odhalit téměř 90% možných vzniků vad [1].

Tato metoda byla vyvinuta společností NASA pro projekt Apollo v 60. letech minulého století. Původně měla sloužit k analýzám komplikovaných systémů v kosmickém průmyslu a jaderné energetice. Záhy však došlo k jejímu rozšíření do dalších průmyslových odvětví, nejvíce však do automobilového průmyslu [1].

FMEA se nejčastěji realizuje ve dvou provedeních:

- *FMEA návrhu produktu*, kdy se analyzují rizika možných vad u nového návrhu výrobku.
- *FMEA procesu*, kdy se provádí analýza rizik možného výskytu vad v nově navrženém procesu výroby výrobku [1].

Řada norem ISO 9000:2000 použití této metody nevyžaduje, avšak její použití je doporučováno. V normách pro automobilový průmysl se tato metoda musí používat vždy. FMEA se používá zejména u nových procesů, či výrobků, ale je možné ji použít i na stávající procesy. Vždy se provádí v týmu [1, 16].

Pro zapisování dat se používá sjednocený formulář FMEA viz Obr. 12). Mezi zapisovaná data patří například možný vznik vady, ohodnocení rizik, návrh nápravných opatření, ohodnocení rizik po aplikaci nápravných opatření atd. [1].

Ať již se jedná o FMEA návrhu produktu, či FMEA procesu, provádí se nejčastěji v těchto třech krocích:

- 1) Zhodnocení a analýza aktuálního stavu.
- 2) Návrh nápravných opatření.
- 3) Zhodnocení stavu po aplikaci nápravných opatření [1].

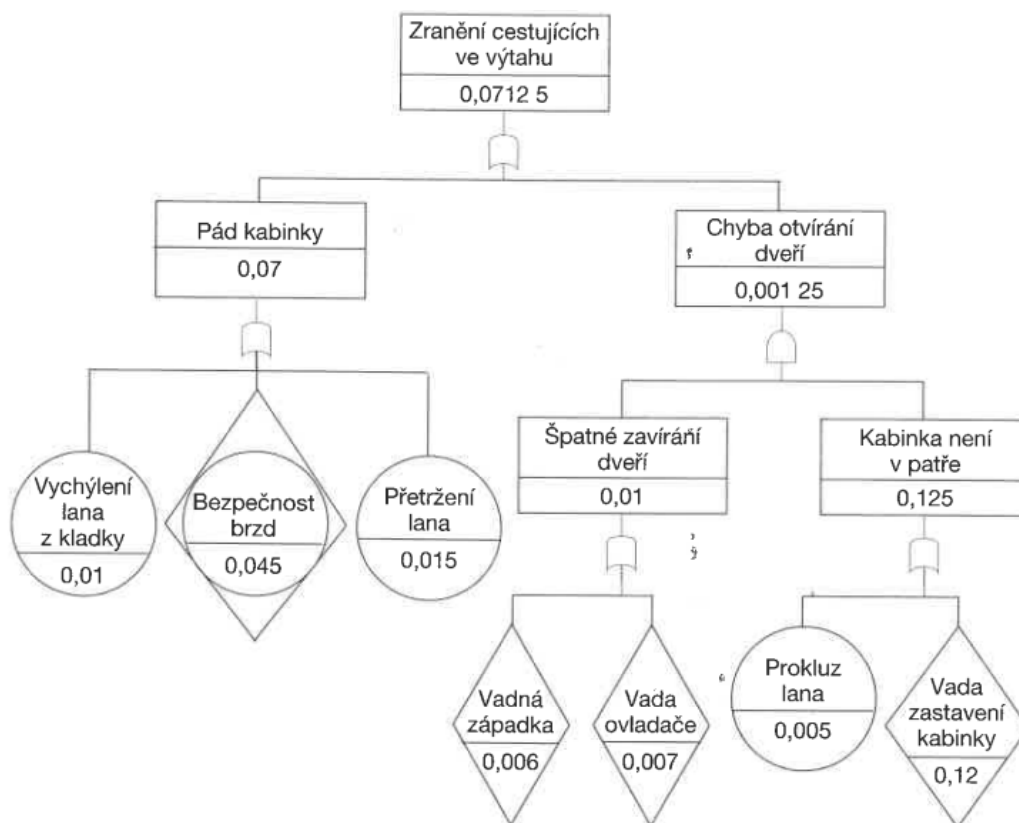
FMEA je nástroj, jehož aplikace má pozitivní dopad na daný proces. Mezi hlavní přínosy aplikace patří například prevence vzniku neshod s použitím systémového přístupu, matematické vyjádření rizik možných vad, vytvoření hodnotné databáze informací o výrobku, a odladění návrhu. FMEA je také velmi levný nástroj v porovnání s možnými výskyty vad, které by se mohly vyskytnout, kdyby nebyla aplikována. Tato metoda je blíže specifikována v normě ČSN EN 60812, kde jsou shrnuty techniky a postupy analýzy FMEA [16, 18].

FMEA														
Process/Product Name: _____										Prepared By: _____				
Responsible: _____										FMEA Date (Orig.): _____ (Rev.): _____				
Process Step/Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEVERITY (1 - 10)	Potential Causes	OCCURRENCE (1 - 10)	Current Controls	DETECTION (1 - 10)	RPN	Action Recommended	Resp.	Actions Taken	SEVERITY (1 - 10)	OCCURRENCE (1 - 10)	DETECTION (1 - 10)
What is the process step or feature under investigation?	In what ways could the step or feature go wrong?	What is the impact on the customer if this failure is not prevented or corrected?		What causes the step or feature to go wrong? (how could it occur?)		What controls exist that either prevent or detect the failure?			What are the recommended actions for reducing the occurrence of the cause or improving detection?	Who is responsible for making sure the actions are completed?	What actions were completed (and when) with respect to the RPN?			
			▼		▼		▼					▼	▼	▼
			▼		▼		▼					▼	▼	▼
			▼		▼		▼					▼	▼	▼
			▼		▼		▼					▼	▼	▼
			▼		▼		▼					▼	▼	▼
			▼		▼		▼					▼	▼	▼

Obr. 12) Příklad formuláře FMEA [13]

FTA

Jedná se o nástroj managementu kvality, který slouží k určení a matematickému vyjádření pravděpodobného výskytu všech podmínek, které způsobují rizika nebo pomáhají jejich vzniku. Zkratka FTA pochází z anglického názvu metody Fault tree analysis, což znamená v českém překladu analýza stromu příčin. Používá se převážně pro analýzy spolehlivosti a bezpečnosti, může být však použita i pro management kvality. Principem je rozpad tzv. vrcholové události (problému) na jednotlivé dílčí události (příčiny). Pro zobrazení závislosti mezi událostmi se používá celá řada symbolů. Jednotlivé příčiny jsou doplněny o výpočet pravděpodobnosti výskytu. Struktura stromu vad umožňuje zohlednit všechny faktory, které mohou vadu v systému ovlivnit a do jaké míry. Příklad diagramu FTA uveden na Obr. 13) [21].



Obr. 13) Příklad aplikace nástroje FTA v bezpečnostních systémech [21]

5Why

Jedná se o metodu řízení kvality, která se aplikuje až po vzniku problému, či například neshodného výrobku. Požívá ji společnost Toyota. Tato metoda je nedílnou součástí filosofie Lean. Vznikla v Japonsku. Vyvinul ji vynálezce a průmyslník Sakichi Toyoda [14].

Vznik problému či neshodného výrobku je nepředvídatelná situace. Odstranění problému či neshodného výrobku často problém nevyřeší a je možné, že za nějaký čas se problém či neshodný výrobek objeví znovu. Problém či neshodný výrobek bývá způsoben hlubší kořenovou příčinou. Tato metoda slouží k co nejrychlejšímu nalezení této kořenové příčiny za účelem jejího odstranění. Odstraněním kořenové příčiny je možné předcházet vzniku opakujících se problémů či neshodných výrobků [14].

2.4 Ověření a neustálé zlepšování

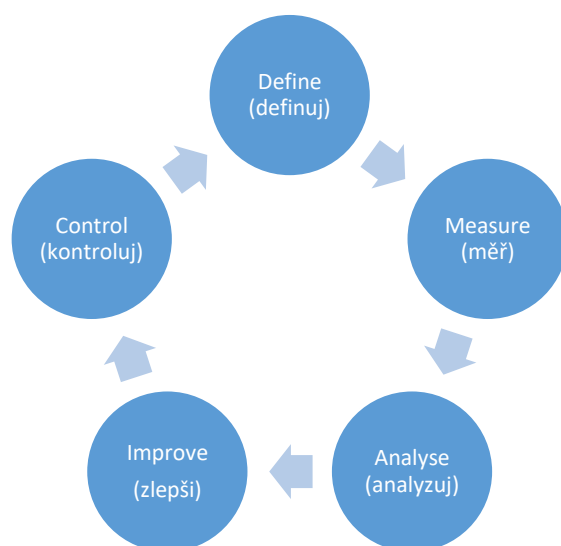
Každá společnost má vždy příležitost ke zlepšení procesů, výkonnosti zaměstnanců, managementu kvality atd. Ať již jsou k tomu používány základní, či další metody řízení kvality. Různé filosofie k tomu využívají různé nástroje, avšak společným znakem všech filosofí je snaha o neustálé zlepšování. K neustálému zlepšování je vhodné využít procesního přístupu, ten nejčastěji představují nástroje DMAIC a PDCA [1, 16, 21].

2.4.1 DMAIC

Jedná se o metodu, či nástroj pro průběh, ověření a postupné zlepšování procesu. Používá se převážně u filosofie Lean Six Sigma. Systém této metody se ukrývá pod anglickými slovy stojícími za akronymem DMAIC, kde jednotlivá písmena mají tento význam:

- D...Define (definuj),
- M...Measure (měř),
- A...Analyse (analyzuj),
- I...Improve (vylepši),
- C...Control (Kontroluj) [1].

Jednotlivé fáze probíhají následovně. V první fázi „definuj“ se stanoví účel a rozsah projektu, ten měl by být jasný a měřitelný. Dále se stanoví popis procesu, například pomocí metody SIPOC viz kapitola 2.3.1. V druhé fázi „měř“ se provádí co nejpřesnější vyjádření problému z hlediska kvantifikace. Tato fáze by měla co nejvíce odpovídat skutečnosti. Ve třetí fázi „analyzuj“ dochází k provedení analýzy, ta by měla dát co nejpřesnější odpověď na příčiny problému, vhodné je například použití Ishikawa diagramu. Ve čtvrté fázi „vylepši“ dochází k návrhu řešení problému, návrhu nápravných opatření a jejich zavedení do procesu. V poslední fázi „kontroluj“ se prokazuje, zda navrhovaná řešení přinesla pozitivní změnu. To se prokazuje řadou měření, získají se aktuální data, která problém charakterizují a porovnávají se s charakteristickými daty definovanými ve fázi „definuj“. Grafické znázornění cyklu DMAIC zobrazeno na Obr. 14) [21].



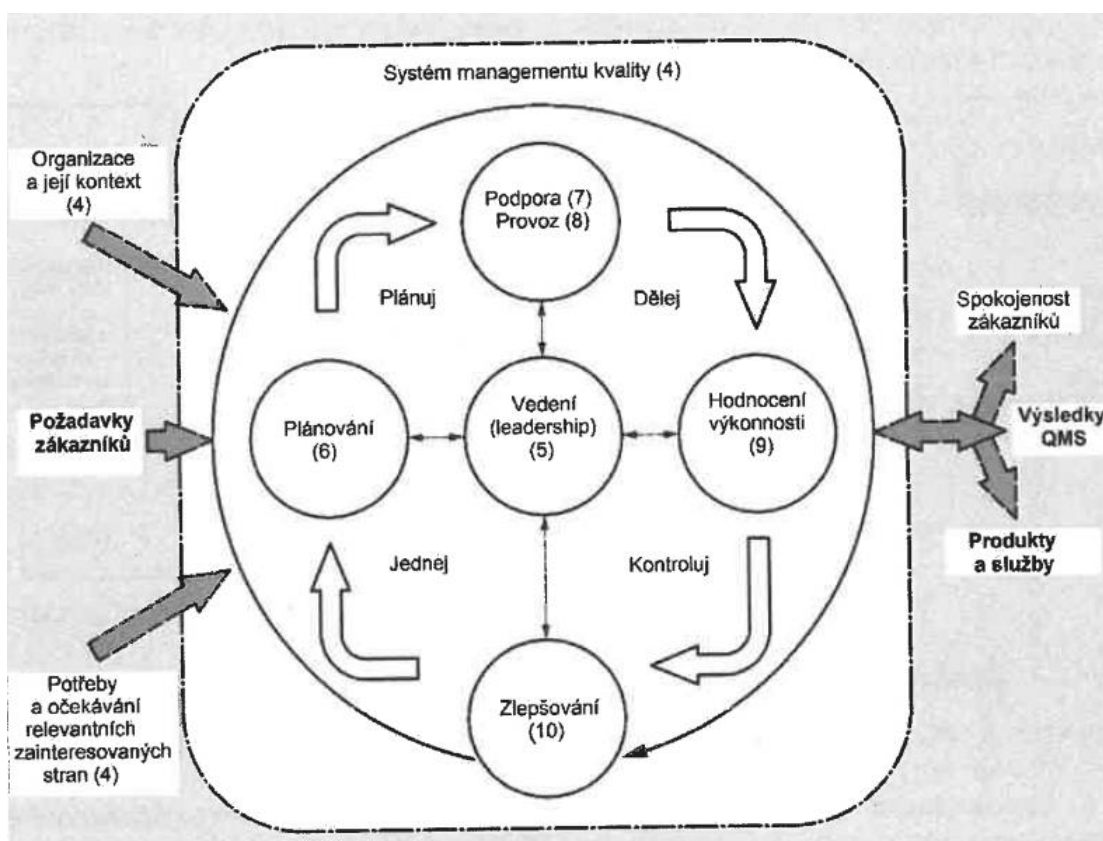
Obr. 14) Grafické znázornění cyklu DMAIC dle [21]

2.4.2 PDCA

Jedná se o nástroj sloužící k procesnímu přístupu a postupnému zlepšování. Cyklus PDCA bývá též označován jako Demingův cyklus. Pro svoji univerzálnost je jeho základ zakotven i ve standardech ISO 9001, která jej dokonce používá pro popis Systému managementu kvality viz Obr. 15). Princip spočívá v provádění čtyř základních fází:

- P...Plan (plánuj),
- D...Do (dělej),
- C...Check (ověřuj),
- A...Act (reaguj) [1, 16, 21].

V první fázi „plánuj“ zpravidla dochází ke stanovení cíle, může být použita například metoda SMART viz kapitola 3.3.1 a rozvrhnutí způsobu plnění cílů. Ve druhé fázi „Dělej“ dochází k realizaci stanovených cílů. Ve třetí fázi „Kontroluj“ se provádí měření a analýza výsledků a jejich porovnání se stanovenými cíli. Ve fázi „reaguj“ dochází k reakci na třetí krok, pokud byly cíle splněny a navržené řešení správné, dochází k implementaci do systému, pokud nebyly splněny, tak musí být nalezeno řešení jiné [1].



Obr. 15) Příklad znázornění struktury ISO 9001 v cyklu PDCA [3]

3 SYSTÉMOVÝ ROZBOR AKTUÁLNÍHO STAVU

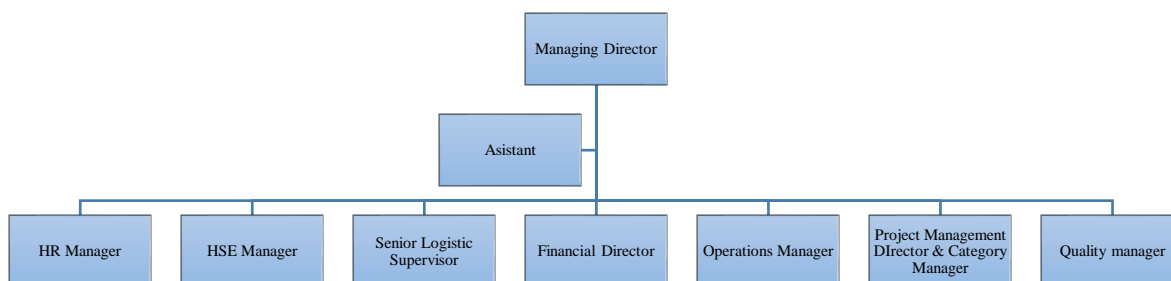
3.1 Představení společnosti

Průmyslová společnost, o které tato diplomová práce pojednává, působí v oblasti výroby pro ropný průmysl, petrochemii a energetiku. Specializuje se především na přesné řízení a pohyb kapalin v potrubních systémech. Řízení v potrubních systémech je dosahováno pomocí různých druhů ventilů. Společnost zajišťuje kompletní výrobu ventilů. Od projektování, přes výrobu, až po instalaci ventilu přímo u zákazníka. Společnost také poskytuje výrobkům určitou záruční lhůtu, během které může být ventil bezplatně vyměněn. Po celou dobu životnosti ventilu společnost nabízí možnost servisování. Což umožňuje dosažení co nejbezpečnějšího a nejefektivnějšího provozu. Na trhu existuje již desítky let a má celou řadu výrobních závodů nejen v Evropě, ale i v zámoří. V průmyslovém odvětví, ve kterém působí, patří k předním dodavatelům. V současné době má tato společnost 3 divize a celosvětově zaměstnává přes 11 000 lidí [24, 25].

Cíle společnosti jsou zaměřeny nejen na dodávání kvalitních produktů, ale také na bezpečnost, včasnost dodávek, náklady a rozvoj zaměstnanců. Mezi těmito cíli je ve společnosti vytvořen určitý balanc, avšak ve společnosti poněkud převyšuje cíl bezpečnosti, protože se výrobky používají v těch nejnáročnějších aplikacích. Tomu se bohužel ostatní cíle musejí přizpůsobit, avšak nelze tvrdit, že by na cílech nebylo vynaloženo maximální úsilí odpovídající aktuálním možnostem [24].

3.2 Organizační struktura společnosti

Zde na Obr. 16) je znázorněna organizační struktura společnosti o které pojednává tato diplomová práce. Nejvýše postavený je dle této hierarchie Managing Director, tudíž ředitel výrobního závodu. Pod něj v hierarchii spadají jednotlivý Manažeři, Leadři a Supervisor. Všechny tyto pozice se podílejí na managementu společnosti a každý z nich je zodpovědný za svůj přidělený sektor. Pod jednotlivé vedoucí spadají další zaměstnanci, kteří se do této organizační struktury nezakreslují [22].



Obr. 16) Rámcová organizační struktura společnosti [22]

3.3 Současný stav

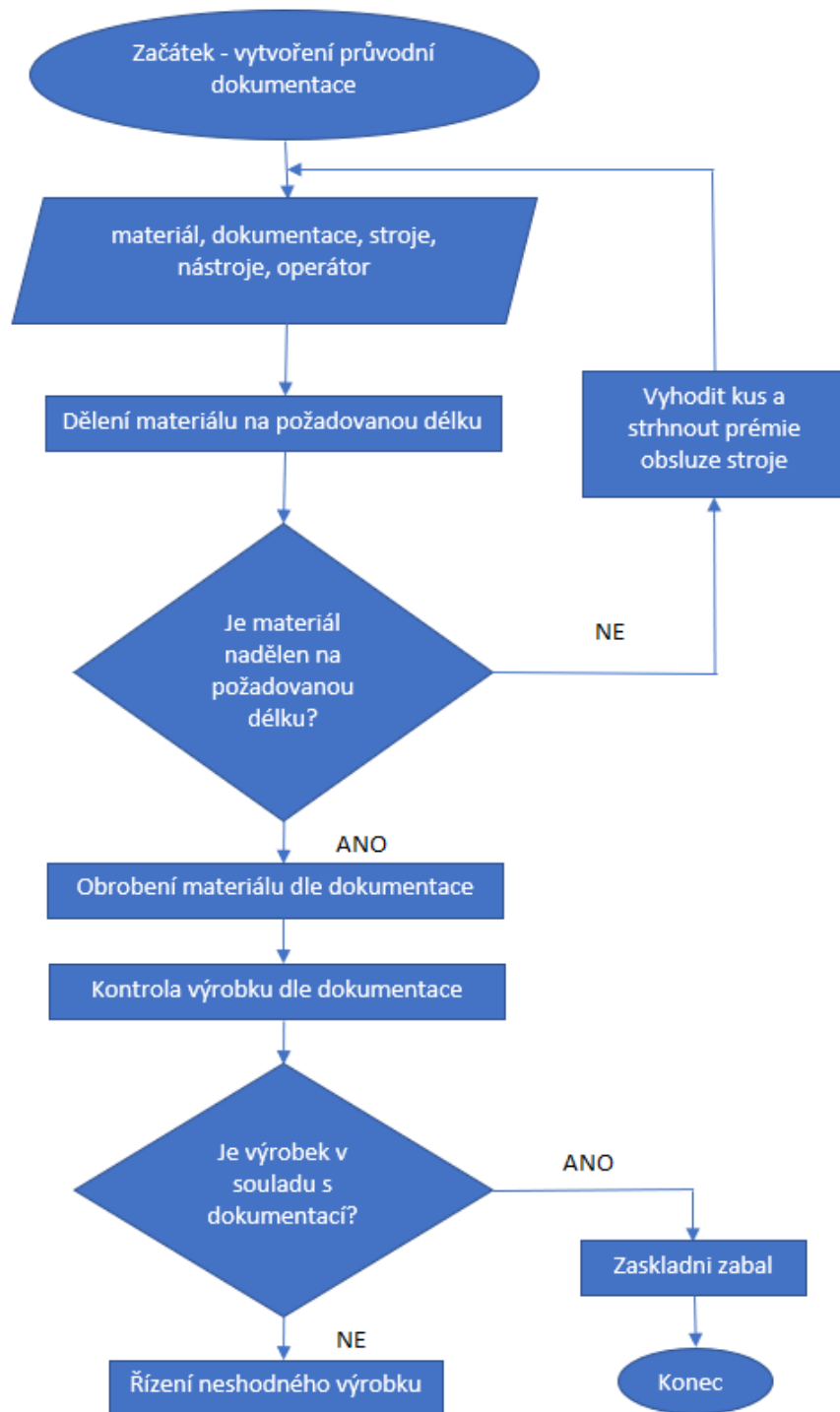
Tato diplomová práce se zaměříme konkrétně na výrobní závod, který se nachází na území ČR. Zaměstnává přes 300 lidí. Jsou zde produkovány téměř všechny strojní součástky nacházející se na kompletním ventilu. Nachází se zde oddělení příjmu objednávek, konstrukce, technologie, plánování a výroby.

Výroba se, v tomto výrobním závodě, skládá z oddělení obrobna, svařovna a montáž. Každé oddělení výroby má svoji přípravnou část (technologie), která se dále dělí na dílčí technologie obrábění, technologie svařování, technologie montáže a technologie CAD/CAM. Na oddělení obrobna se zpracovávají různé strojní součástky, z nichž jsou složeny kompletní ventily viz blokový diagram na Obr. 18). Na oddělení svařovna, se poté tvoří těla kompletních výrobků pomocí svařování dílů ventilů. Dále se na oddělení svařovna provádí různé druhy návarů. Na oddělení montáže dochází ke kompletaci výrobků, tlakovým zkouškám a lakování. Proces výroby ventilu od přijetí objednávky po balení výrobku je znázorněn pomocí metody SIPOC na Obr. 17).

S uppliers	I nputs	P rocess	O utputs	C ustomers
Zákazník	Objednávka	Přijetí objednávky	Vnitřní objednávka	Konstrukce
Oddělení příjmu zakázek	Vnitřní objednávka	Konstrukce	Technická dokumentace (výkresy)	Technologie
Konstrukce	Technická dokumentace (výkresy)	Technologie	Technická dokumentace (postupy a specifikace materiálu)	Plánování
Technologie	Technická dokumentace (postupy)	Plánování	Přesný termín výroby, objednávky materiálu a průvodní dokumentace (průvodka a výkresy)	Výroba - Obrábění, Svařování, Montáž, Nákup, Sklad
Plánování	Průvodní dokumentace, materiál	Výroba - Obrábění, Svařování, Montáž	Výrobek	Balení
Výroba – obrábění, svařování a montáž	Výrobek a balicí materiál	Balení	Zabalený výrobek	Zákazník

Obr. 17) Grafické znázornění procesního přístupu pomocí metody SIPOC

Tento výrobní závod zpracovává velmi malé objednávky, často se jedná pouze o jeden výrobek, který je svým způsobem nějak specifický a žádný další podobný už se ve výrobě nemusí nikdy podruhé vyskytnout. Varianty strojních součástí a výrobků obsažených v kompletním výrobku se také příliš neopakují a jednotlivé výrobní série jsou velmi malé, tudíž se jedná o kusovou výrobu. Pro některé strojní součástky a strojní úkony je také v některých případech používána možnost outsourcingu.



Obr. 18) Blokový diagram procesu oddělení obrábění

3.3.1 Řízení kvality ve společnosti

Systém řízení kvality byl v tomto výrobním závodě zaveden před více než 10 lety. Je založen na filosofii Lean managementu, avšak Daný výrobní závod používá filosofii Lean management, tudíž dodržuje zásady této filosofie a používá některé nástroje pro řízení managementu kvality (viz kapitola 2.2.5).

Metoda SMART, viz Obr. 19), je technika analytiky sloužící k navrhování cílů pro řízení a plánování společnosti. Princip SMART vychází z názvů vlastností cílů v originálním anglickém jazyce:

- S...Specific (specifický), cíl by měl mít konkrétní význam, čily být jasně určený.
- M...Measurable (měřitelný), cíl by měl být měřitelný, aby bylo možné dokázat dosažení cíle.
- A...Acceptable/Achievable (přijatelný/dosažitelný), cíl by měl být takový, aby byl přijatelný pro pracovníky, kteří jej nastavily a také by měl být ve stanoveném čase dosažitelný.
- R...Realistic/Relevant (realistický/relevantní), cíl by měl být realistický a relevantní z hlediska zdrojů potřebným k jeho dosažení.
- T...Time Specific/Trackable (časově ohraničený/sledovatelný), cíl by měl mít časové ohraničení (jasný termín) a úroveň jeho plnění by měla být v čase sledovatelná [9, 21]



Obr. 19) Grafické znázornění metody SMART [23]

Tento výrobní závod se momentálně potýká s problémem zvýšeného počtu neshodných výrobků na oddělení obrobna. Za tímto účelem management společnosti pomocí metody SMART vytvořil následující cíl:

- Za použití metod Lean managementu a nástrojů kvality analyzovat výdaje na výrobu neshodných výrobků způsobených oddělením obrobna za období 4. kvartálu roku 2019. Navrhnout vhodná nápravná opatření vedoucí ke snížení těchto výdajů, v období 1. kvartálu roku 2020, minimálně o 2%.

3.3.2 Řízení neshodných výrobků ve společnosti

Jelikož tato firma pracuje s velmi drahými materiály, na které je často dlouhá dodací lhůta, tak může vznik neshodného výrobku způsobit velké komplikace. Neboť je velmi důležité, aby byl výrobek dodán včas k zákazníkovi. Je velmi nežádoucí pro společnost platit penále, za zpoždění zakázky. Z tohoto důvodu je každý neshodný výrobek posuzován individuálně.

Proces výroby je důsledně kontrolován. Vše začíná na vstupní kontrole, která kontroluje veškerý materiál vstupující do výrobního závodu a výrobky z outsourcingu. Pokud se na Vstupní kontrole vyskytne neshodný výrobek, reklamuje se přímo u dodavatele. Tím se zabývá oddělení dodavatelské kvality. O těchto neshodných výrobcích však není vedena žádná databáze. Výrobky, které jsou vyráběny přímo ve výrobním závodě procházejí řadou mezioperačních kontrol, a nakonec kontrolou finální. Pokud je na některé z kontrol výrobek označen za neshodný. Je vyplněn blokační protokol viz Obr. 20) a kontrolor přesouvá neshodný výrobek do blokační zóny, kde výrobek čeká na vyhodnocení.

Vyhodnocování neshodných výrobků probíhá na denní bázi na tzv. NCR (Non-conformance report) meetingech, kde se schází tým odborníků složených ze zástupců jednotlivých podpůrných oddělení a jednoho zástupce oddělení kvality. Možnosti vyhodnocení neshodných výrobků jsou v tomto výrobním závodě pouze tři:

- *Oprava do hodiny* – jedná se o drobné zapomenuté úkony, na které se nevystavují opravné průvodky o těchto neshodách jsou vedeny záznamy, avšak z hlediska výdajů se jedná o tak malé položky, že je není nutné dále řešit.
- *Scrap/rework (Vyhození/oprava)* – jedná se o takové neshodné výrobky, jejichž oprava je velmi nákladná, proto se často volí spíše vyhození a vyrobení výrobku nového. Někdy možnost vyhození a výroby nového výrobku není možná z hlediska dodací lhůty, proto se volí nákladná oprava. O všech těchto neshodných výrobcích je veden záznam.
- *Schválení designérem* – schválení neshodného výrobku k používání ve stavu v jakém je. Pouze v případech, kdy neshoda nemá vliv na plánovanou funkci výrobku.

Jak již bylo zmíněno, ve výrobním závodě se nachází spousta oddělení vytvářejících nějakou činnost. Při vzniku neshodného výrobku se poté posuzuje, na kterém oddělení se neshodný výrobek vyskytl, výdaje spojené s výskytem neshodného výrobku se poté účtují danému oddělení. Shromažďování dat – vznik neshodného výrobku, popis, datum, číslo dílu atd. náklady zodpovědné oddělení.

No. of document	Revision	Systém managementu kvality	ABC s.r.o
12345	4		

QA/QC Blokováno Blocked

Popis neshody:

1. - zabroušeno do cirkuláru (Det.A)
2. - 3/4-10UNC-2B - nejde na kalibr (protáhnout)
3. - 3/4-10UNC-2B/L25 - naměřeno - 26.4 - 29.4 ?
4. - průměr 70.13(+ 0.03) - naměřeno - 70.085 - 70.13
5. - nevyjitý průměr 95.3
6. - průměr 95.3/min.38 - naměřeno - 31.0

Pořadové číslo:

12345

Ordinal number:

Číslo projektu:

12345

Project No.:

Číslo průvodní dokumentace:

12345

Routing Sheet Number:

Dodavatel:

Supplier:

Název dílu:

Díl 12345

Part name:

Part Number:

87574521XY

Part number:

Celkem kusů:

1

Total quantity:

Zablokováno:

1

Blocked quantity:

Datum:

01.06.2020

Date:

Jméno:

František Jehla

Name:

Rozhodnutí:

Datum:

Date:

Podpis:

Signature:

Jméno:

Name:

Proceed with the part(-s) as follows:

* Vystavit MRB

☐

Ponechat v tomto
stavu
Leave as it is

☐

Opravit do hodiny
Rework

☐

*Vrátit zpět
dodavateli
Return

☐

*Opravit
Rework

☐

*Šrotace
Scrap

ABC s.r.o	Author/ Autor:	Approver/ Schvalovatel:	Released/ Uvolnil:	Page/ Strana:
				1/1

Obr. 20) Příklad blokačního protokolu používaného ve firmě ABC s.r.o. [26]

3.4 Výběr nástrojů a návrh řešení

Na základě poznatků současné praxe v oblasti řízení neshodných výrobků popsaných v rešerši této diplomové práce a na základě dostupných informací o výrobní společnosti byl vytvořen následující postup.

V první řadě musí být provedeno shromáždění relevantních dat a údajů o neshodných výrobcích. Následujícím krokem je vytvoření přehledových tabulek o neshodných výrobcích. Data budou pro lepší přehlednost a představivost graficky znázorněna pomocí koláčového grafu a histogramů. Dále bude vytvořen tzv. Paretův diagram a na základě něj provedena Paretova analýza. Aplikací pravidla 80/20 budou určeny nejzávažnější neshody. K těmto jednotlivým neshodám je nutné nalezení kořenových příčin. Nalezení kořenových příčin bude provedeno týmem odborníků pomocí Ishikawa diagramu a metody 5Why. K těmto kořenovým příčinám budou navrženy vhodná nápravná opatření.

3.5 Zdroje dat

Data, která budou dále zpracovávána jsou získána převážně z celofiremního software, kterým je IFS. V tomto software se evidují všechny informace o zakázkách, od nákupu materiálu, přes informace o všech položkách, informace o veškerých operacích atd. To vše je doplněno i o finanční stránku. Dalšími zdroji dat jsou blokační protokoly, které, které nesou veškeré informace o vzniku výrobku (popis neshody, datum, číslo dílu, projekt atd.) viz Obr. 19).

Pro potřeby následujících úkonů byla z dat popsaných v předchozím odstavci vytvořena excelová tabulka. V excelové tabulce jsou obsaženy všechny informace o všech vzniklých neshodných výrobcích za 4. kvartál roku 2019. Neshodný výrobek tedy nese tyto informace:

- Číslo blokačního protokolu
- Místo zachycení neshody
- Datum vzniku neshody
- Projektové číslo
- Číslo výrobní položky
- Popis výrobní položky
- Číslo průvodní dokumentace
- Počet neshodných výrobků
- Počet kusů ve výrobní sérii
- Celkové náklady (výdaje vypočtené z dat ve firemním software – materiál + náklady na operace)
- Zodpovědné oddělení
- Popis neshody

V následujících kapitolách nejsou všechny uvedené údaje potřeba, proto jsou vždy pro potřeby dané kapitoly vytvořeny dílčí tabulky.

4 APLIKACE VYBRANÝCH METOD

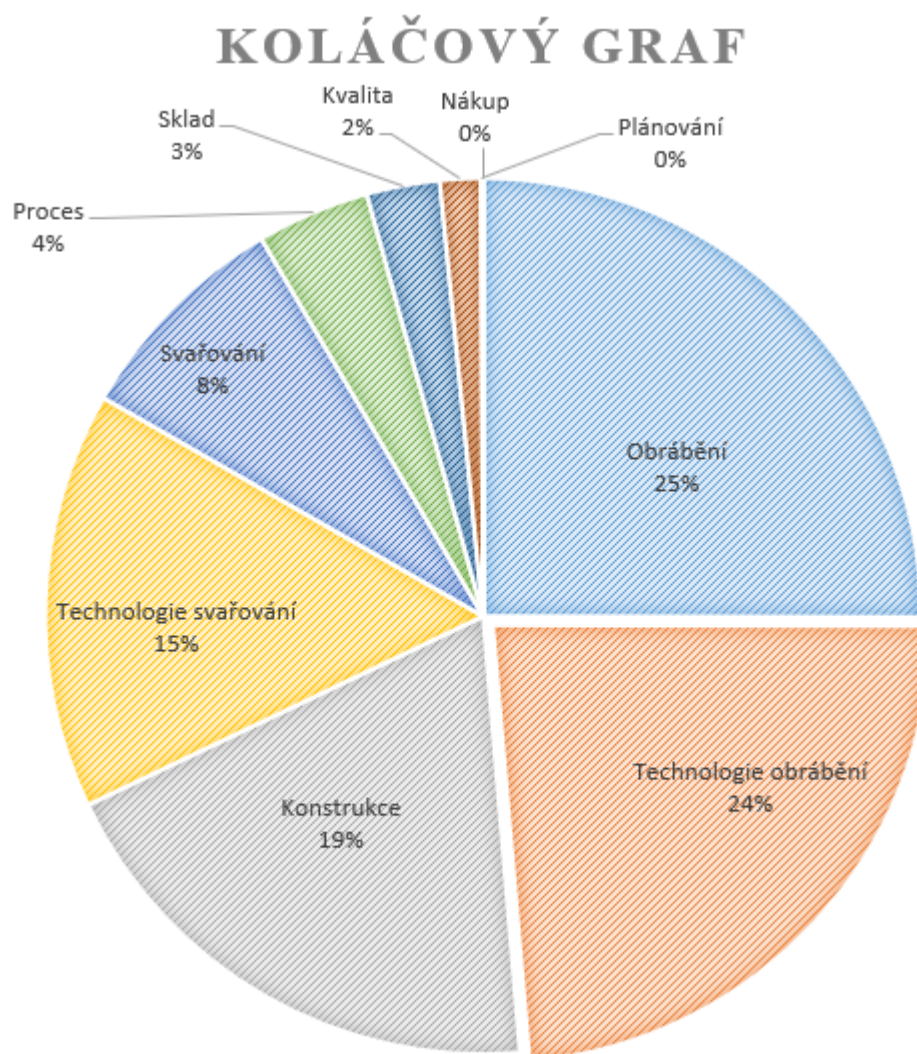
4.1 Analýza výdajů na neshodné výrobky za 4.kvartál roku 2019

V této kapitole bude provedena analýza výdajů na neshodné výrobky na různých odděleních, aby bylo dokázáno, že nejproblémovější oblastí je opravdu oddělení obrábění. K tomu je nejprve nutné z tabulky neshodných výrobků, sestavit tabulku výdajů na neshodné výrobky za 4. kvartál roku 2019, viz Tab 3). Zde jsou v prvním sloupci zobrazeny zodpovědná oddělení. Druhý sloupec zobrazuje celkové výdaje na jednotlivých odděleních. Třetí sloupec zobrazuje procentuální podíl jednotlivých celkových výdajů, vůči sumě celkových výdajů na všech odděleních.

Tab 3) Sumarizace výdajů na neshodné výrobky za 4.kvartál roku 2019

Oddělení	Celkové výdaje na neshodné výrobky [Kč]	Procenta
Obrábění	445461,45	25,03%
Technologie obrábění	420382,77	23,62%
Konstrukce	342526,20	19,25%
Technologie svařování	274016,07	15,40%
Svařování	146613,87	8,24%
Proces	74218,76	4,17%
Sklad	48055,44	2,70%
Kvalita	26779,00	1,50%
Plánování	1367,16	0,08%
Nákup	0,00	0,00%
Technologie montáže	0,00	0,00%
Montáž	0,00	0,00%
Celkem	1 779 420,72	100,00%

Z tabulky je patrné, že nejproblematictější oddělením je opravdu oddělení obrábění. Toto oddělení způsobuje více než čtvrtinu všech neshodných výrobků. Pro lepší vizualizaci byl vytvořen koláčový graf viz Obr. 21). Je patrné, že další problematickou oblastí může být i oddělení Technologie obrábění, které s oddělením Obrábění úzce souvisí. Řešení tohoto problému však přesahuje rámec diplomové práce, avšak firmě vřele doporučuji se tímto oddělením také zabývat, neboť za 4. kvartál roku 2019 způsobilo toto oddělení neshodné výrobky podobné hodnoty, jako oddělení Obrábění.



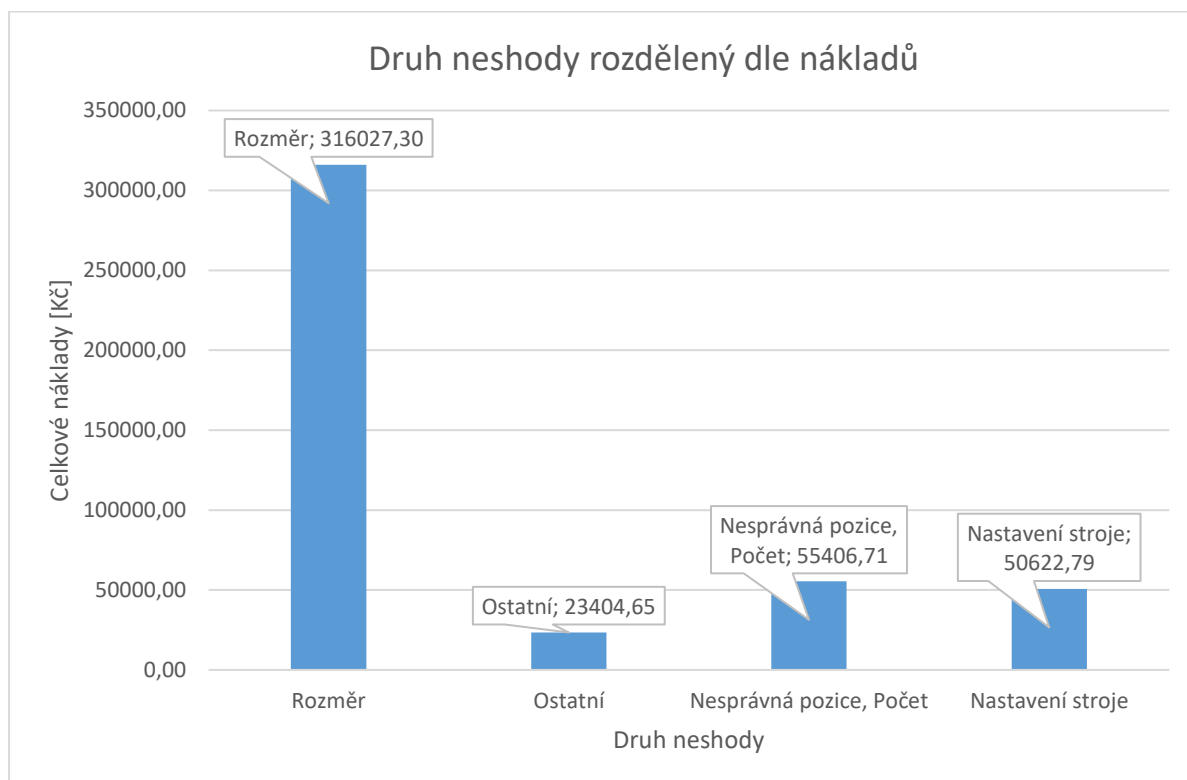
Obr. 21) Vizualizace výdajů na neshodné výrobky ve 4. kvartálu roku 2019

4.1.1 Rozbor výdajů na oddělení obrábění

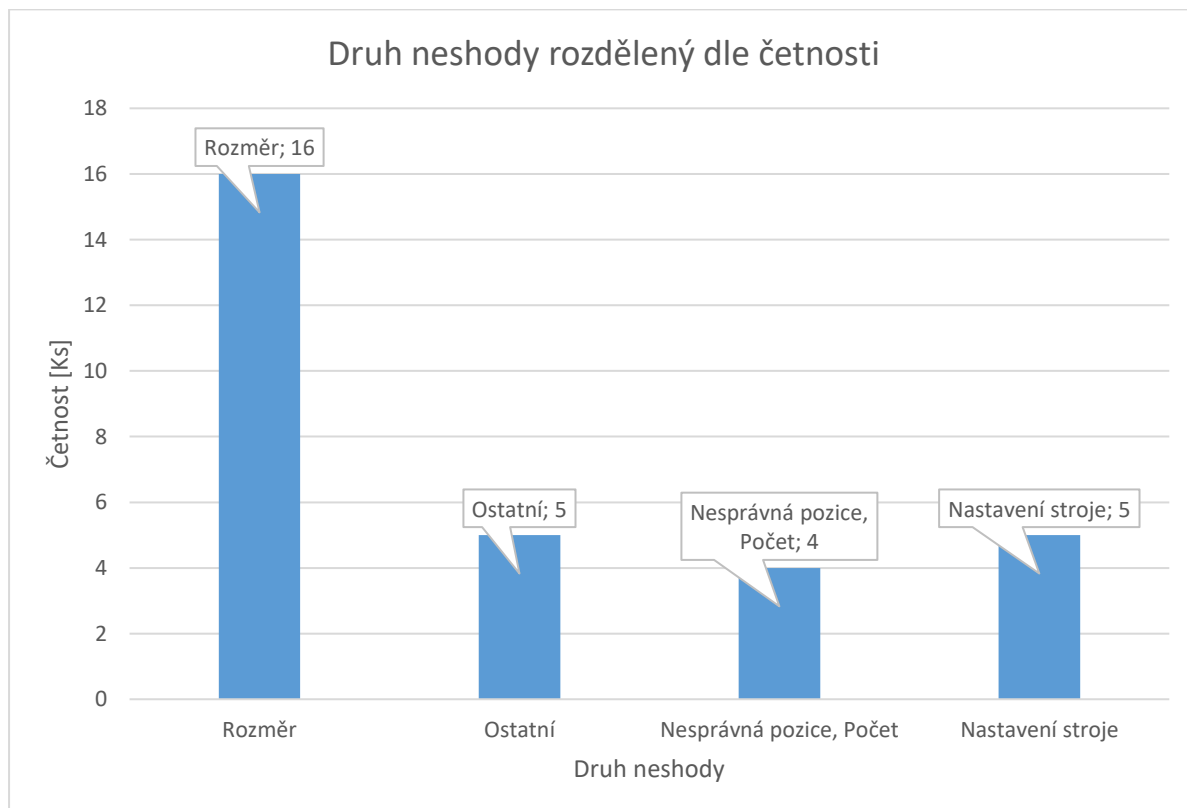
Dalším krokem je rozbor výdajů na oddělení obrábění. Ten slouží k zjištění druhu neshody, ke které dochází nejčastěji a její vyřešení je nejnákladnější. Tím směrem se bude zaměřovat další úsilí. Pro lepší orientaci byla vytvořena tabulka Tab 4) a dva sloupcové grafy Obr. 22) a Obr. 23).

Tab 4) Tabulka druhu neshod a celkových výdajů vynaložených k nápravě

Druh neshody	Celkové výdaje [Kč]	Četnost [ks]
Rozměr	316027,30	16
Ostatní	23404,65	5
Nesprávná pozice, Počet	55406,71	4
Nastavení stroje	50622,79	5
Celkem	445461,45	30



Obr. 22) Sloupcový graf rozdělení druhu neshody dle celkových nákladů



Obr. 23) Sloupcový graf rozdělení druhu neshody dle četnosti

Na základě provedeného rozboru vyplývá, že nejvýznamnějšími druhy neshodných výrobků jsou neshody Rozměru. Což je potvrzeno v obou sloupcových diagramech, ať již posuzujeme hledisko výdajů, či hledisko četnosti. Těmito druhy neshod se bude ubírat směr řešení v následujících podkapitolách.

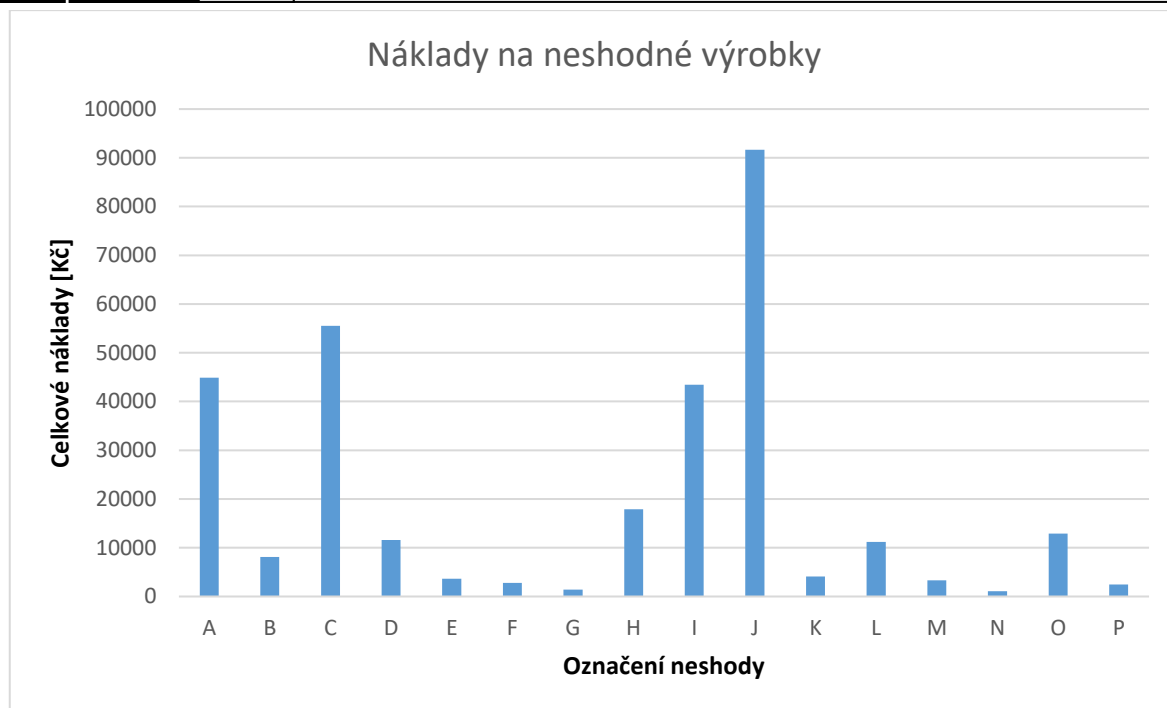
4.1.2 Analýza výdajů na neshodné výrobky na oddělení obrábění

Z předchozího rozboru je patrné, že ty nejvýznamnější neshody z hlediska nákladů a četnosti vznikají na Rozměru. Proto bude na tomto druhu neshodných výrobků provedena Paretova analýza, která určí nejvýznamnější neshody. Za účelem určení směru, kterým se bude zaměřovat úsilí při určování kořenových příčin a návrhů nápravných opatření. V prvé řadě je opět nutné sestrojení tabulky sumarizující všechny neshodné výrobky s vadou rozměru, jejich četností a celkové výdaje spojené s jejich nápravou, viz Tab 5).

Tab 5) Tabulka sumarizující četnost a výdaje neshodných výrobků s vadou na rozměru

Označení neshody	Popis: Neshody – rozměr	Četnost [Ks]	Celkové výdaje [Kč]
A	Rozměr, který měl být 143mm byl vyroben na 156 mm.	1	44911,36
B	Rozměr, který měl být Ø82,042mm vyroben na Ø84mm.	1	8138,27
C	Rozměr, který měl být 166mm byl vyroben na 151mm.	1	55508,56
D	Rozměr pro pouzdro vyroben špatně.	1	11609,69
E	Špatně obrobený kus.	1	3622,51
F	Rozměr, který měl být 18,36mm byl vyroben na 19,98mm.	1	2784,10
G	Výrobek proříznut do kříže na místo rovné linky.	1	1420,13
H	Rozměr 85 mm vyroben na 87 mm.	1	17915,94
I	Rozměr, který měl být 186mm byl vyroben na 168mm.	1	43450,96
J	Rozměr, který měl být 12,75" byl vyroben na 12,4".	1	91631,09
K	Tolerance H na díře nedodržena.	1	4092,68
L	Rozměry 44; 84 a 100 vyrobeny o 0,5 mm mimo tolerance.	1	11210,51
M	Drážka na kuse špatně obrobena.	1	3306,24
N	Rozměr, který měl být 41mm byl vyroben na 37mm.	1	1065,48
O	Rozměr, který měl být 265F8 byl vyroben na 264,61mm.	1	12908,10
P	Rozměr, který měl být 36H7 byl vyroben na 36,5 mm.	1	2451,69

Z tabulky je patrné, že Paretova analýza bude provedena pouze na základě celkových výdajů, protože četnost u všech neshod je rovna jedné, tudíž je provedení takové analýzy bezpředmětné. Pro grafické znázornění druhů neshod a celkových výdajů vynaložených na jejich odstranění byl nejprve sestrojen sloupcový diagram viz Obr. 24).

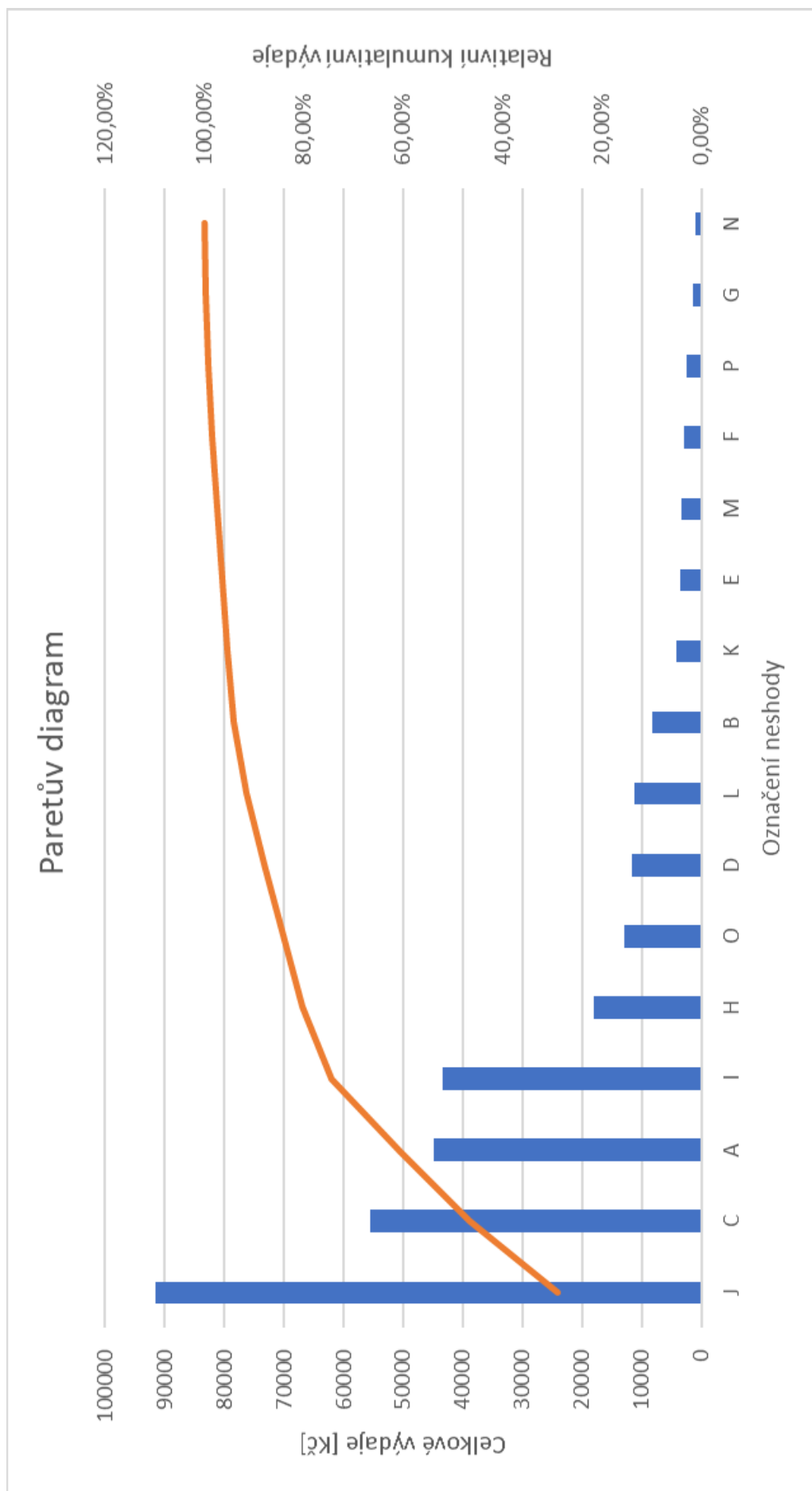


Obr. 24) Grafické znázornění nákladů na neshodné výrobky s vadou rozměru

Z grafu viz Obr. 24) jsou patrné neshody, které budou z hlediska nákladů nejvýznamnější, avšak pro naprostou jistotu je nutné sestrojení Paretova diagramu. Pro sestrojení Paretova diagramu viz Obr. 25) je nutné seřadit celkové výdaje od nejvyšších výdajů k nejnižším. Dále je tabulka doplněna o relativní kumulativní výdaje udávající procentuální přírůstek každé následující neshody. Speciálně pro tyto účely byla vytvořena tabulka Tab 6).

Tab 6) Tabulka pro sestrojení Paretova diagramu

Oznčení neshody	Popis: Neshody - rozměr	Celkové výdaje [Kč]	Relativní kumulativní výdaje
J	Rozměr, který měl být 12,75" byl vyroben na 12,4".	91631,09	28,99%
C	Rozměr, který měl být 166mm byl vyroben na 151mm.	55508,56	46,56%
A	Rozměr, který měl být 143mm byl vyroben na 156 mm.	44911,36	60,77%
I	Rozměr, který měl být 186mm byl vyroben na 168mm.	43450,96	74,52%
H	Rozměr 85 mm vyroben na 87 mm.	17915,94	80,19%
O	Rozměr, který měl být 265F8 byl vyroben na 264,61mm.	12908,10	84,27%
D	Rozměr pro pouzdro vyroben špatně.	11609,69	87,95%
L	Rozměry 44; 84 a 100 vyrobeny o 0,5 mm mimo tolerance.	11210,51	91,49%
B	Rozměr, který měl být Ø82,042mm vyroben na Ø84mm.	8138,27	94,07%
K	Tolerance H na díře nedodržena.	4092,68	95,36%
E	Špatně obrobený kus.	3622,51	96,51%
M	Drážka na kuse špatně obrobena.	3306,24	97,56%
F	Rozměr, který měl být 18,36mm byl vyroben na 19,98mm.	2784,10	98,44%
P	Rozměr, který měl být 36H7 byl vyroben na 36,5 mm.	2451,69	99,21%
G	Výrobek proříznut do kříže na místo rovné linky.	1420,13	99,66%
N	Rozměr, který měl být 41mm byl vyroben na 37mm.	1065,48	100,00%



Obr. 25) Paretův diagram

4.2 Zhodnocení současného stavu

Po provedení analýz bylo potvrzeno, že nejproblémovějším oddělením je opravdu oddělení Obrobná. Dále bylo zjištěno, že nejvýznamnějšími druhy neshodných výrobků jsou neshody Rozměru. Jak z hlediska výdajů, tak z hlediska četnosti. Proto byla na tuto skupinu výrobků provedena Paretova analýza. Díky Paretově analýze a aplikaci pravidla 80/20 bylo zjištěno, že nejvýznamnější jsou tyto neshody:

- J... Rozměr, který měl být 12,75" byl vyroben na 12,4".
- C... Rozměr, který měl být 166mm byl vyroben na 151mm.
- A... Rozměr, který měl být 143mm byl vyroben na 156 mm.
- I... Rozměr, který měl být 186mm byl vyroben na 168mm.

Všechny tyto neshody jsou podobného charakteru, avšak velmi se liší cena výrobků, na kterých byly způsobeny. Dohromady měly neshody hodnotu přes 200 000Kč, což je více než polovina nákladů vzniklých na zbylých neshodných výrobcích v oddělení obrábění. Tudíž se jedná o ty problémy, na které musí být zaměřeno úsilí. V následujících podkapitolách budou na tyto neshody aplikovány vybrané nástroje managementu kvality.

4.3 Návrh řešení

Následující podkapitola se bude věnovat výše zmíněným neshodným výrobkům, na které bude aplikován Ishikawa diagram v kombinaci s metodou 5Why. Za účelem nalezení kořenových příčin. Na tyto kořenové příčiny budou navržena a aplikována nápravná opatření.

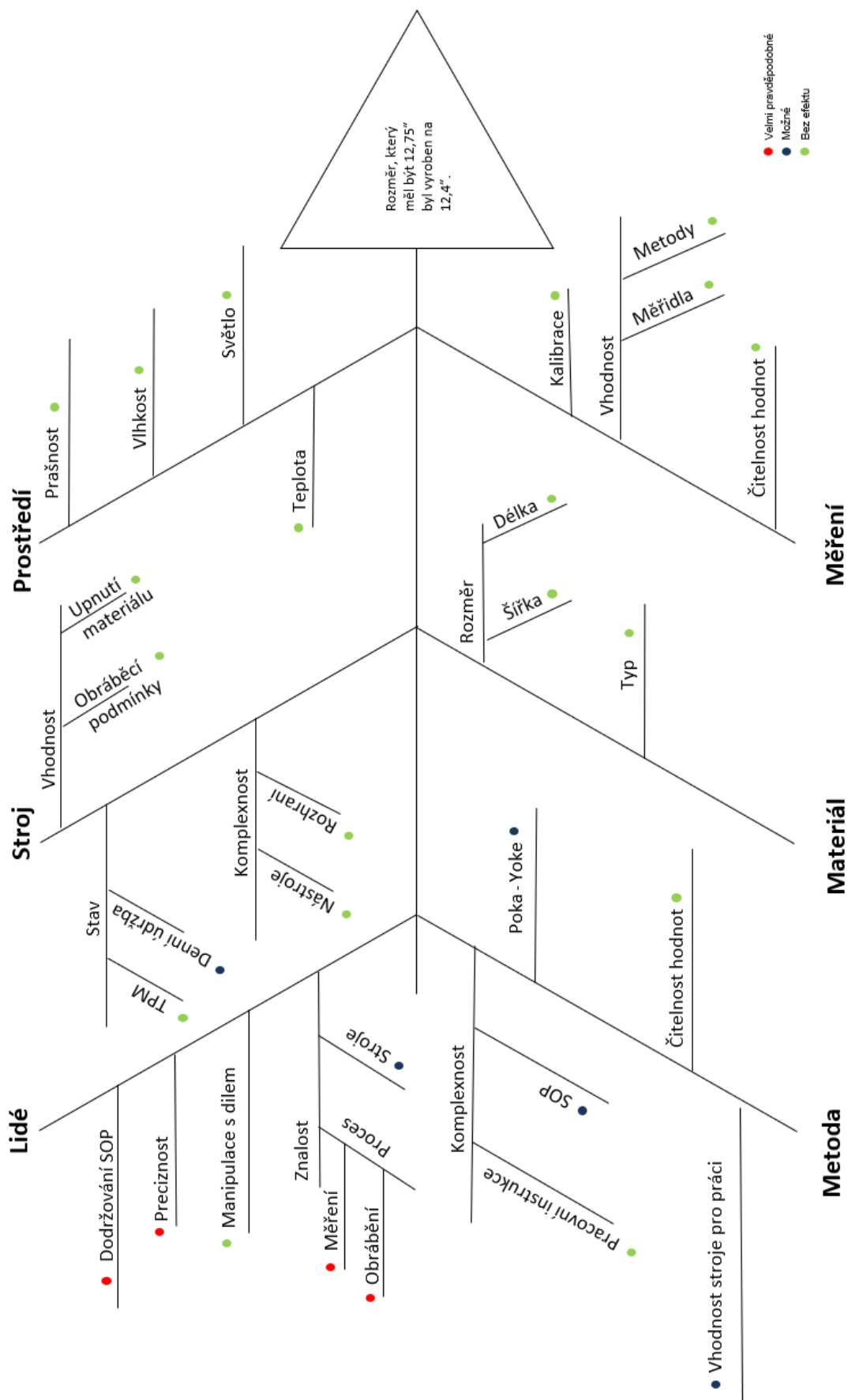
4.3.1 J... Rozměr, který měl být 12,75" byl vyroben na 12,4".

Pro rozbor tohoto problému je nutný detailní popis problému:

- Operátor na noční směně obrobil na kusu rozměr 12,4" oproti výkresové hodnotě 12,75". Tudíž je kus kratší a nelze opravit. Operátor použil ruční zadávání hodnot na stroj, ačkoliv stroj disponuje možností programování.

Analýza pomocí Ishikawa diagramu byla provedena týmem složeným ze zainteresovaných osob, včetně výše zmíněného operátora. Pomocí brainstormingu byly přiřazeny možné příčiny výše zmíněného problému. Následně byly možné příčiny vyhodnocovány, kdy každý člen týmu dostal určitý počet bodů a ty následně přiřazoval k příčinám, které považuje za nejpravděpodobnější.

Příčiny s výrazně nejvyšším počtem bodů byly v Ishikawa diagramu označeny červeným puntíkem, tudíž jsou brány jako ty s největší pravděpodobností. Příčiny s nízkým bodovým hodnocením byly označeny černým puntíkem, jako další možné příčiny s nízkou pravděpodobností. Příčiny bez bodového hodnocení označeny zeleným puntíkem, jako příčiny s velmi nízkou pravděpodobností. Sestrojený Ishikawa diagram viz Obr. 26).

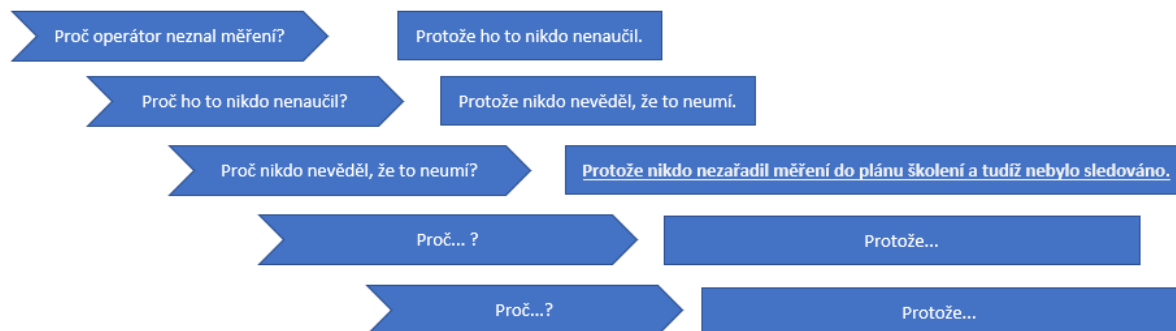


Obr. 26) Ishikawa diagram pro řešení neshody J

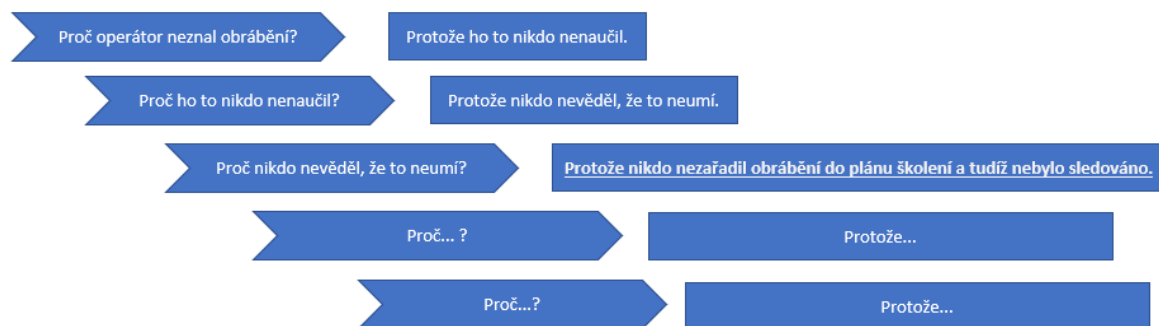
Z analýzy vyplývá, že nejpravděpodobnějšími příčinami vzniku tohoto neshodného výrobku jsou:

- Neznalost procesu - měření
- Neznalost procesu - obrábění
- Nedodržení SOP (Standart operation proces)
- Nepreciznost

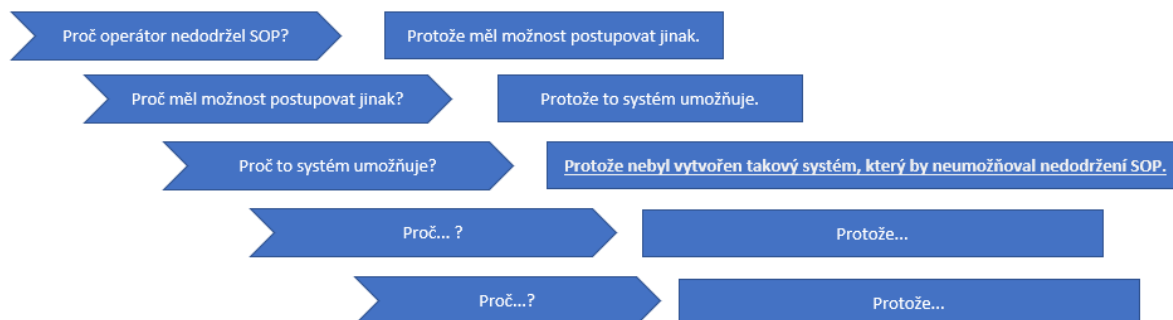
Na tyto jednotlivé příčiny byla v týmu aplikována analýza 5Why, pro nalezení příčiny kořenové viz Obr. 27), Obr. 28), Obr. 29) a Obr. 30).



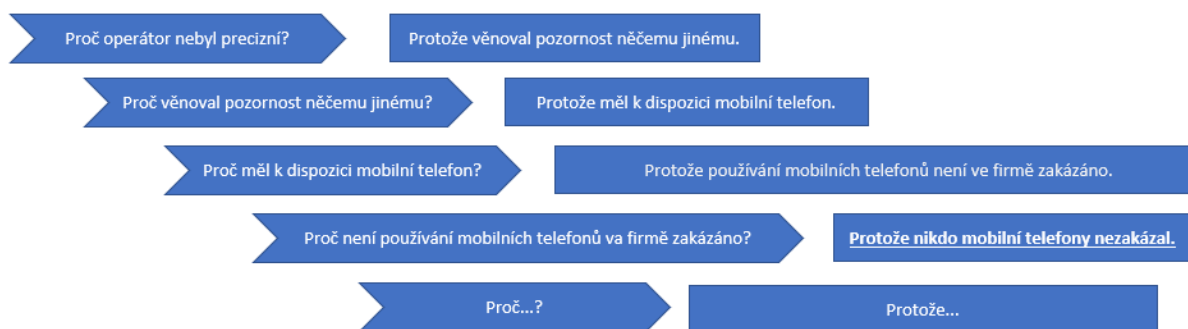
Obr. 27) Grafické znázornění metody 5Why na příčinu neznalost procesu - měření



Obr. 28) Grafické znázornění metody 5Why na příčinu neznalost procesu - obrábění



Obr. 29) Grafické znázornění metody 5Why na příčinu neznalost SOP



Obr. 30) Grafické znázornění metody 5Why na příčinu nepřeciznost

Z analýzy 5Why vyplynuly tyto kořenové příčiny:

- Nebylo zařazeno školení procesu měření do plánu školení.
- Nebylo zařazeno školení procesu obrábění do plánu školení.
- Nebyl vytvořen takový systém, který by neumožňoval nedodržení SOP.
- Nebylo zakázáno používání mobilních telefonů v pracovní době.

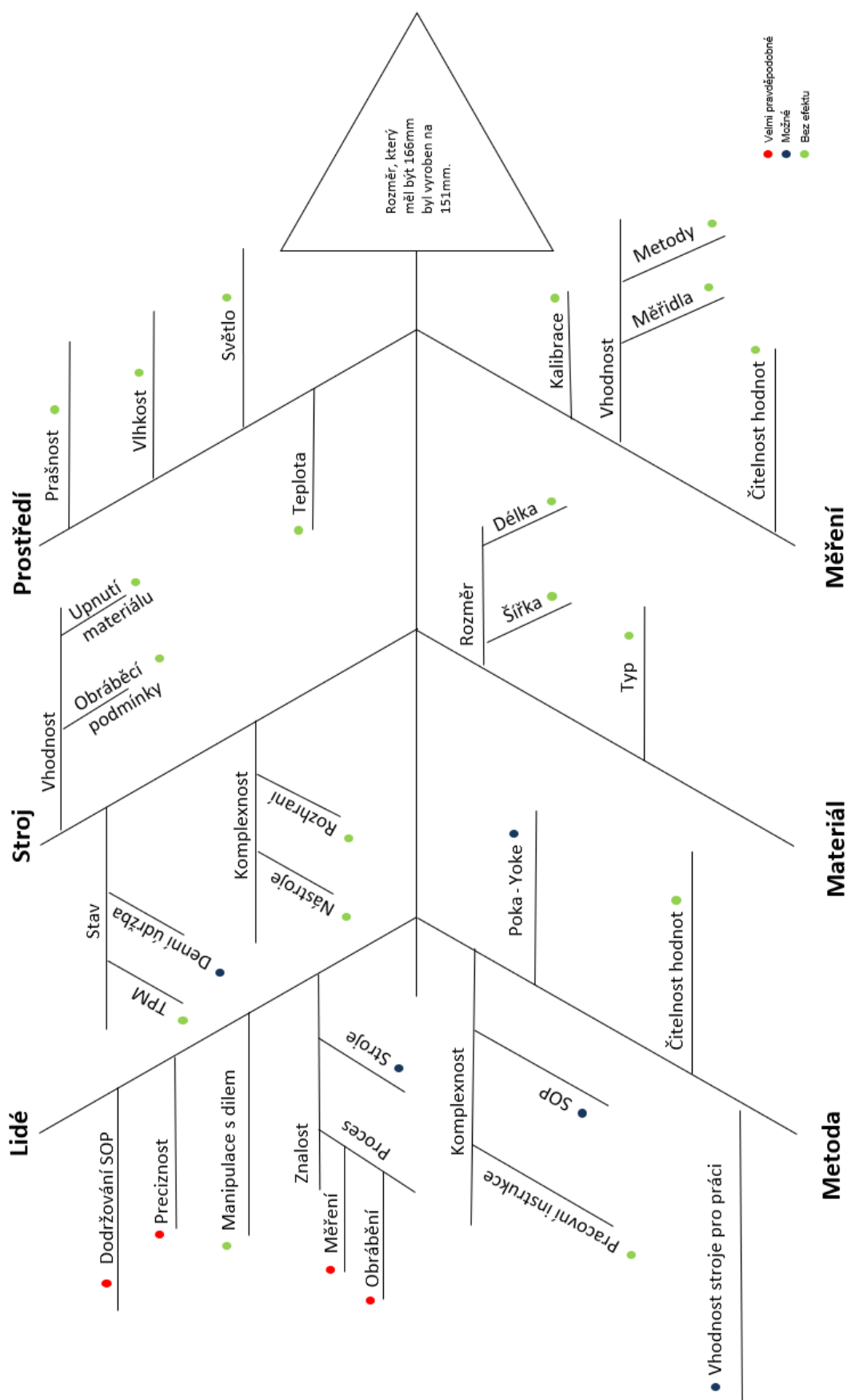
Na tyto jednotlivé kořenové příčiny budou dále v podkapitole 4.4 navržena vhodná nápravná opatření.

4.3.2 C... Rozměr, který měl být 166mm byl vyroben na 151mm.

Pro rozbor tohoto problému je nutný detailní popis problému:

- Operátor na ranní směně obrobil na kusu rozměr 151mm oproti výkresové hodnotě 166mm. Tudíž je kus kratší a nelze opravit. Operátor použil ruční zadávání hodnot na stroj, ačkoliv stroj disponuje možností programování.

Z prvního pohledu je patrné, že se typově jedná o podobný problém, jako u neshody J. Pro nalezení příčiny této neshody byl opět sestrojen Ishikava diagram. Nalezené příčiny byly totožné příčinám u předchozího problému, proto zde nebude již popsán detailně rozbor na kořenové příčiny, neboť kořenové příčiny jsou také naprosto totožné. Sestrojený Ishikawa diagram viz Obr. 31). Nápravná opatření k řešení kořenových příčin navržena v podkapitole 4.4.



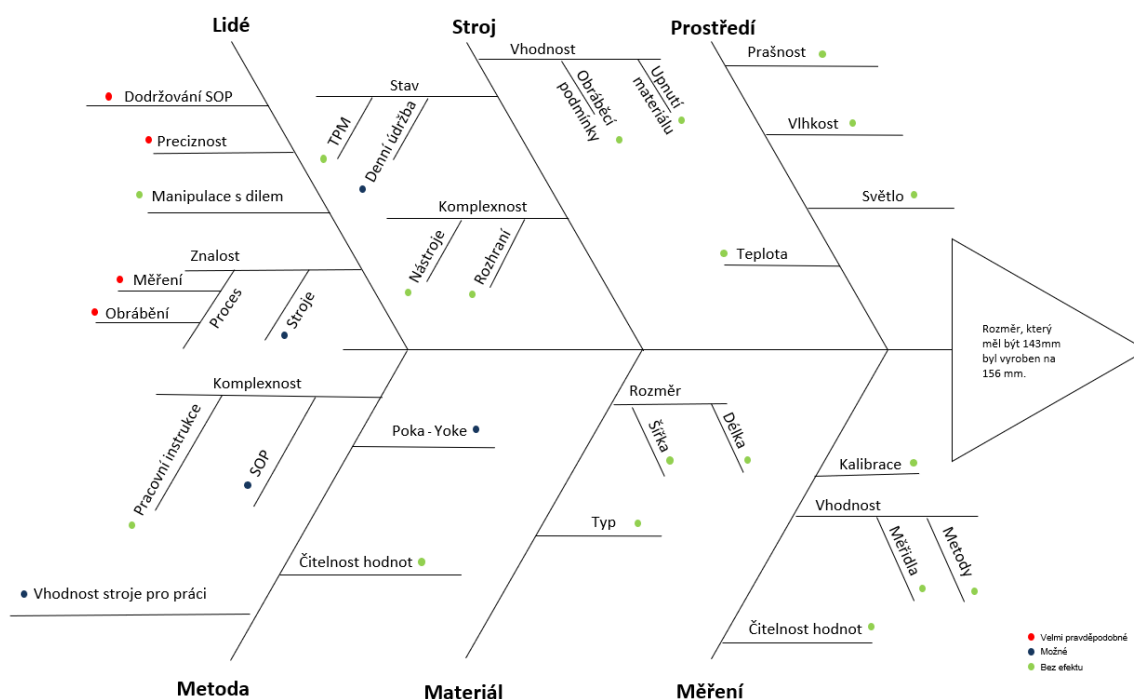
Obr. 31) Ishikawa diagram pro řešení neshody C

4.3.3 A... Rozměr, který měl být 143mm byl vyroben na 156 mm.

Pro rozbor této nehody je vhodný detailní popis problému:

- Operátor na noční směně obrobil na kusu rozměr 156mm oproti výkresové hodnotě 143mm. Tudíž je kus kratší a nelze opravit. Operátor použil ruční zadávání hodnot na stroj, ačkoliv stroj disponuje možností programování.

Opět je patrné, že se typově jedná o podobný problém, jako u nehody J a C. Pro nalezení příčiny této nehody byl opět sestrojen Ishikava diagram. Nalezené příčiny byly totožné příčinám u předchozího problému, proto zde nebude již popsán detailně rozbor na kořenové příčiny metdou 5Why, protože kořenové příčiny jsou také naprosto totožné. Sestrojený Ishikawa diagram viz Obr. 32). Nápravná opatření k řešení kořenových příčin budou navržena v podkapitole 4.4.



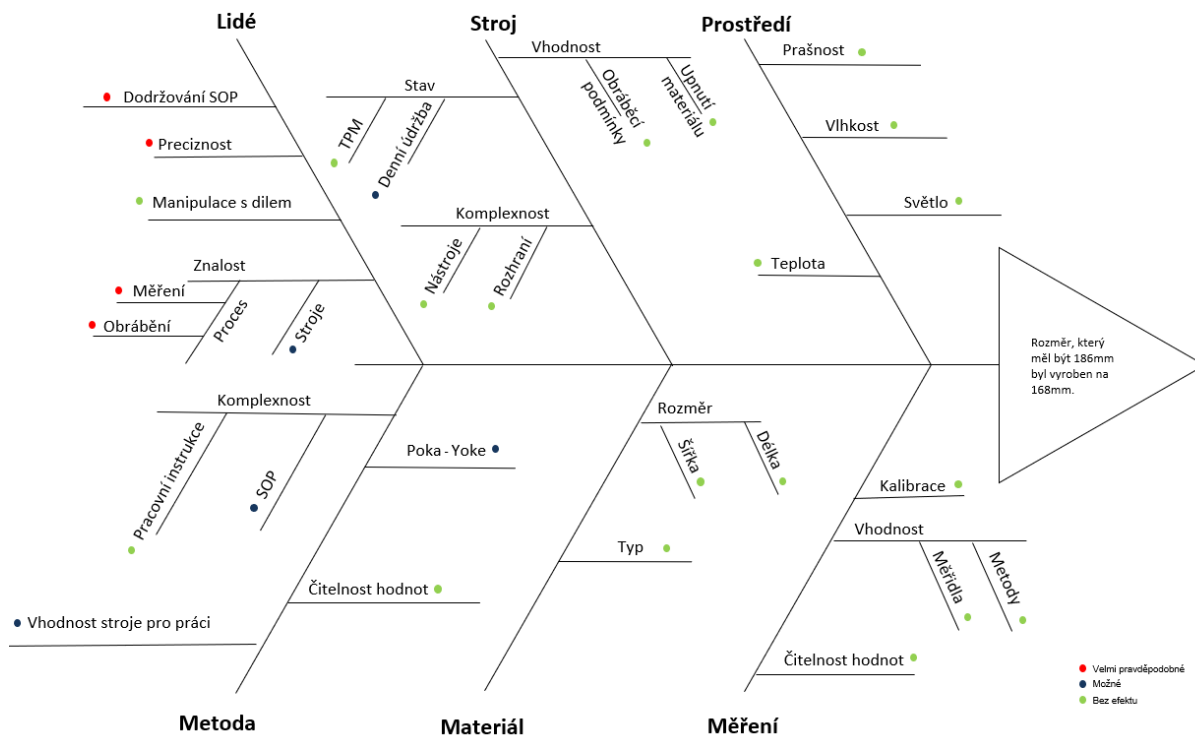
Obr. 32) Ishikawa diagram pro řešení nehody A

4.3.4 I... Rozměr, který měl být 186mm byl vyroben na 168mm.

Pro rozbor této nehody je vhodný detailní popis problému:

- Operátor na odpolední směně obrobil na kusu rozměr 186mm oproti výkresové hodnotě 168mm. Tudíž je kus kratší a nelze opravit. Operátor použil ruční zadávání hodnot na stroj, ačkoliv stroj disponuje možností programování.

Opět je patrné, že se typově jedná o podobný problém, jako u nehody J, C a A. Pro nalezení příčiny této nehody byl opět sestrojen Ishikava diagram. Nalezené příčiny byly totožné příčinám u předchozího problému, proto zde nebude již popsán detailně rozbor na kořenové příčiny metdou 5Why, protože kořenové příčiny jsou také naprosto totožné. Sestrojený Ishikawa diagram viz Obr. 33). Nápravná opatření k řešení kořenových příčin budou navržena v podkapitole 4.4.



Obr. 33) Ishikawa diagram pro řešení neshody A

4.4 Nápravná opatření

Na základě provedených analýz byly identifikovány tyto 4 kořenové příčiny a to, že nebylo zařazeno školení procesu měření do plánu školení, nebylo zařazeno školení procesu obrábění do plánu školení, nebyl vytvořen takový systém, který by neumožňoval nedodržení SOP a nebylo zakázáno používání mobilních telefonů v pracovní době.

Z kořenových příčin a popisů jednotlivých neshod byla navržena následující nápravná opatření:

- Na základě prvních dvou kořenových příčin bylo navrženo zařazení školení procesu měření a procesu obrábění do plánu školení operátorů.
- Pro kořenovou příčinu vytvoření systému, který by neumožňoval odchýlení od SOP bylo navrženo použití programování výrobních strojů. Stroje touto možností disponují.
- Poslední navržené nápravné opatření je zákaz používání mobilních telefonů v pracovní době.

Z nápravných opatření byly přijaty návrhy zařazení školení na proces měření a proces obrábění do plánu školení a také zákaz používání mobilních telefonů v pracovní době. Použití programování výrobních strojů by v současné době bylo komplikované a vyžadovalo velké personální změny a značné investice. Toto nemá vedení společnosti prozatím v plánu provádět, avšak je v budoucnosti by toto nápravné opatření mohlo vést k rapidnímu snížení počtu neshodných výrobků a také i nákladům na ně. K přijatým nápravným opatřením byla přiřazena zodpovědná osoba a termín splnění, tak aby bylo možné sledovat splnění úkolu v čase.

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V této kapitole následuje vyhodnocení stavu po navrhovaných opatřeních. Tedy rozdíl nákladů za 4. kvartál roku 2019 vůči 1. kvartálu roku 2020. Po aplikaci nápravných opatření, v lednu roku 2020, byly neshodné výrobky stejným způsobem evidovány, jako před návrhem opatření, proto jsou k dispozici data o výdajích na neshodné výrobky. Pro potřeby této kapitoly byly vytvořeny tabulky výdajů na neshodné výrobky za 1. kvartál roku 2020 viz Tab 8) a tabulka s daty výdajů na neshodné výrobky za 4. kvartál roku 2019 viz Tab 7). Tyto dvě tabulky budou pomocí sloupcového grafu porovnány a bude formulován vhodný závěr technicko-ekonomického zhodnocení.

Tab 7) Sumarizace výdajů na neshodné výrobky za 4. kvartál roku 2019

Oddělení	Celkové výdaje na neshodné výrobky [Kč]
Technologie montáže	0,00
Technologie svařování	274016,07
Technologie obrábění	420382,77
Technologie CAD	0,00
Konstrukce	342526,20
Kvalita	26779,00
Plánování	1367,16
Nákup	0,00
Sklad	48055,44
Project management	74218,76
Obrábění	445461,45
Svařování	146613,87
Montáž	0,00
Celkem	1 779 420,72

Tab 8) Sumarizace výdajů na neshodné výrobky za 1. kvartál roku 2020

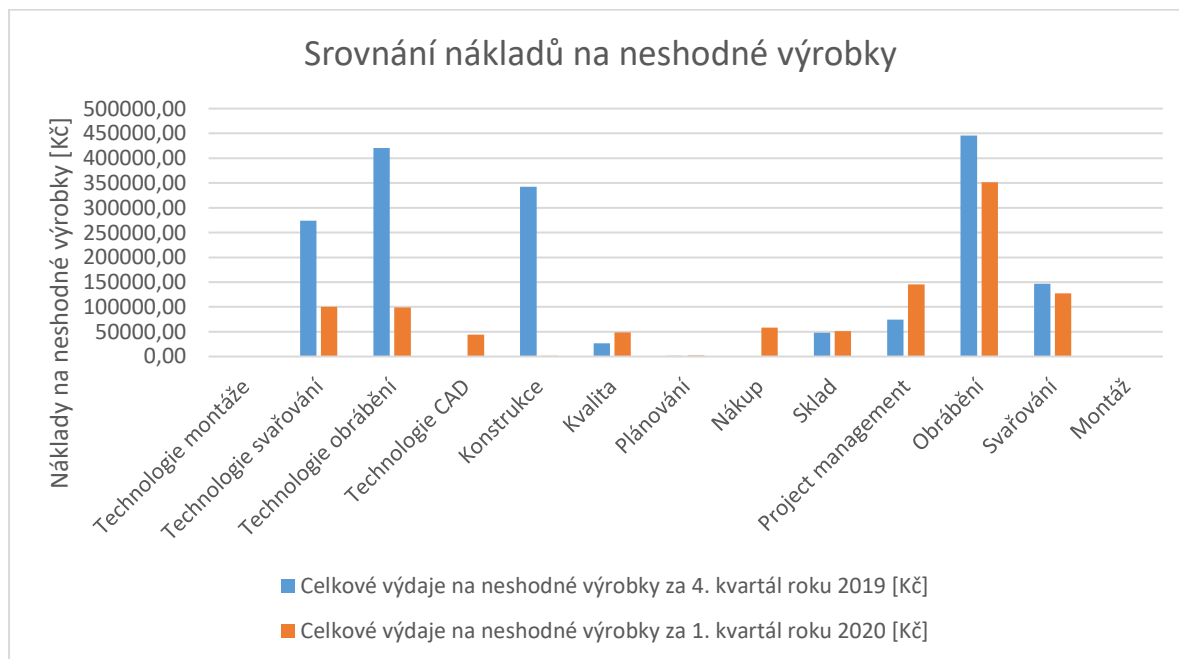
Oddělení	Celkové výdaje na neshodné výrobky [Kč]
Technologie montáže	0,00
Technologie svařování	100388,42
Technologie obrábění	99010,61
Technologie CAD	44103,86
Konstrukce	1508,26
Kvalita	48553,96
Plánování	2438,19
Nákup	58332,11
Sklad	50933,04
Project management	145298,92
Obrábění	351334,16
Svařování	127477,18
Montáž	0,00
Celkem	1 029 378,71

Pro lepší přehlednost byly hodnoty z obou předchozích tabulek zaneseny do přehledové tabulky viz Tab 9) včetně rozdílu mezi jednotlivými výdaji.

Tab 9) Srovnání výdajů na neshodné výrobky za 4. kvartál 2019 vůči 1. kvartálu 2020

Oddělení	Celkové výdaje na neshodné výrobky za 4. kvartál roku 2019 [Kč]	Celkové výdaje na neshodné výrobky za 1. kvartál roku 2020 [Kč]	Rozdíl výdajů za 4.kvartál 2019 oproti 1. kvartálu 2020 [Kč]
Technologie montáže	0,00	0,00	0,00
Technologie svařování	274016,07	100388,42	173627,65
Technologie obrábění	420382,77	99010,61	321372,16
Technologie CAD	0,00	44103,86	-44103,86
Konstrukce	342526,20	1508,26	341017,95
Kvalita	26779,00	48553,96	-21774,96
Plánování	1367,16	2438,19	-1071,03
Nákup	0,00	58332,11	-58332,11
Sklad	48055,44	50933,04	-2877,60
Project management	74218,76	145298,92	-71080,16
Obrábění	445461,45	351334,16	94127,29
Svařování	146613,87	127477,18	19136,69
Montáž	0,00	0,00	0,00
Celkem	1 779 420,72	1 029 378,71	750 042,01

Pomocí výše uvedených přehledových tabulek byl vytvořen sloupcový graf srovnání nákladů na neshodné výrobky za 4. kvartál 2019 oproti 1. kvartálu 2020 viz Obr. 34).



Obr. 34) Sloupcový graf srovnání nákladů na neshodné výrobky za 4. kvartál 2019 oproti 1. kvartálu 2020

Z přehledových tabulek a vytvořeného grafu je patrné, že na oddělení Obrábění došlo ke snížení nákladů na neshodné výrobky téměř o 100 000Kč, tudíž navržená a aplikovaná nápravná opatření byla do určité míry účinná.

Nicméně náklady na neshodné výrobky byly opět velmi vysoké a jistě je zde prostor k dalšímu zlepšování. Velký potenciál pro zlepšení je možné spatřit v zavedení řízeného programování na strojích.

6 ZÁVĚR

V této diplomové práci bylo zpracováno téma řízení neshodných výrobků ve výrobním závodě nacházejícím se na území České republiky. Nejprve byla zpracována rešerše shrnující poznatky současné vědy a techniky v oblasti managementu kvality, do kterého mimo jiné spadá i řízení neshodných výrobků. Rešerše byla rozdělena na základě pojmů filosofie, nástroj a standard. Jasně vymezení těchto pojmů je pro pochopení dané problematiky naprosto klíčové, proto je na ně v této diplomové práci kladen velký důraz.

Další část diplomové práce se zabývá řízením neshodných výrobků v konkrétním výrobním závodě. Tento výrobní závod se zabývá výrobou ventilů a v současné době se potýká se zvýšenými náklady na neshodné výrobky v oddělení obrábění. Blíže je to popsáno v kapitole 3. V této kapitole se také nachází návrh postupu při řešení výše popsaných neshodných výrobků. Následující kapitola 4 popisuje praktickou aplikaci navrženého řešení. To obsahuje analýzy nákladů na neshodné výrobky a pomocí Paretovy analýzy určení nejzávažnějších neshod. K těmto neshodám jsou pomocí Ishikawa diagramu a metody 5Why zjištěny kořenové příčiny. Kořenové příčiny jsou určeny proto, aby bylo možné navrhnout vhodná nápravná opatření. Nápravná opatření jsou následně implementována do procesu. Ověřením správnosti nápravných opatření se zabývá kapitola 5, kde je technicko-ekonomické zhodnocení celého návrhu.

Všechny cíle této diplomové práce byly splněny, avšak daný výrobní závod má velký potenciál k dalšímu zlepšování. Navržená opatření nemusí být konečná a v čase jistě dojde k jejich rozšíření. Jak již bylo zmíněno, tak společným cílem všech společností je zůstat konkurenceschopní a udržet se co nejdéle na trhu. K tomu významným dílem přispívá také management kvality a řízení neshodných výrobků. Dle mého názoru je kvalita obor, který má v moderní společnosti své místo i budoucnost. Je však nutné mít na paměti, že nic nezůstává stejné a svět se posouvá stále dopředu. Stejně tak poznatky shrnuté v této diplomové práci mohou být již za pár let neaktuální a zastaralé.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [2] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: <https://www.unmz.cz/>
- [3] ČSN EN ISO 9001:2016 *Systémy managementu kvality - požadavky*. Praha: ÚNMZ, 2016.
- [4] PETRÁČKOVÁ, Věra a Jiří KRAUS. *Akademický slovník cizích slov*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0607-9.
- [5] SKOVAJSA, Ing. Adam. *Management kvality: Interní studijní materiál* [online]. Uherské Hradiště: Code Creator, 2016 [cit. 2020-01-26]. ISBN 978-80-88058-86-1. Dostupné z: <https://publi.cz/books/276/Impresum.html>
- [6] *International Organization for Standardization* [online]. Geneva, Switzerland: ISO [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://www.iso.org/>
- [7] *The American Society of Mechanical Engineers* [online]. New York: ASME [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.asme.org/>
- [8] *The American Petroleum Institute* [online]. Washington, DC: API, ©2020 [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.api.org>
- [9] *Management mania* [online]. ©2011-2016 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://managementmania.com/en/>
- [10] *Six Sigma For Dummies*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, ©2005. ISBN 978-0-7645-6798-8.
- [11] 50MINUTES.COM – *Business: The Pareto Principle for Business Management* [online]. Plurilingua Publishing, ©2020 [cit. 2020-04-28]. ISBN 9782806265869. Dostupné z: <https://www.50minutes.com/title/the-pareto-principle-for-business-management/>
- [12] Example of a Shewhart chart. In: *Oxford academic* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/clinchem/article/43/4/594/5640712>
- [13] FMEA (failure mode and effective analysis) example. In: *Visual Paradigm* [online]. Hong Kong, ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://online.visual-paradigm.com/tabular/templates/failure-mode-and-effects-analysis-fmea/>
- [14] *5 Whys: The Ultimate Root Cause Analysis Tool* [online]. [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://kanbanize.com/lean-management/improvement/5-whys-analysis-tool>
- [15] *A340 Normal checklist* [online]. [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://www.askthepilot.com/wp-content/uploads/2015/09/A340-Normal-Checklist.jpg>
- [16] NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-726-1561-2.
- [17] FREHR, Hans-Ulrich. *Total quality management: zlepšení kvality podnikání : příručka vedoucích sil*. Brno: UNIS Publishing, 1995. ISBN 34-461-7135-5.
- [18] *Technické normy.cz* [online]. ©2000-2008 [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://www.technickenormy.cz/>
- [19] *SIPOC diagram example* [online]. ©2020 [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://www.slideteam.net/sipoc-diagram-suppliers-inputs-process-output-customers-powerpoint-guide.html>

- [20] Value stream mapping example. In: *Plutora* [online]. ©2012-2020 [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://www.plutora.com/blog/value-stream-mapping>
- [21] VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2010. ISBN 978-807-2612-109.
- [22] *Organization chart*. ABC s.r.o., 2015. Firemní dokumentace.
- [23] SMART Method example. In: *QuestionPro* [online]. ©2020 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.questionpro.com/blog/smart-objectives-and-goals/>
- [24] *Průručka zaměstnance*. ABC s.r.o., 2018. Firemní dokumentace.
- [25] *Webové stránky firmy*. ABC s.r.o., 2016. Firemní dokumentace.
- [26] *Blokační protokol firmy*. ABC s.r.o.. 2012. Firemní dokumentace.

8 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

8.1 Seznam tabulek

TAB 1) STRUČNÝ POPIS NÁSTROJŮ A METOD FILOSOFIE LEAN [16]:	25
TAB 2) DATA PRO VYTVOŘENÍ PARETOVA DIAGRAMU VIZ OBR. 8) DLE [16]	32
TAB 3) SUMARIZACE VÝDAJŮ NA NESHODNÉ VÝROBKY ZA 4. KVARTÁL ROKU 2019	47
TAB 4) TABULKA DRUHŮ NESHOD A CELKOVÝCH VÝDAJŮ VYNALOŽENÝCH K NÁPRAVĚ	48
TAB 5) TABULKA SUMARIZUJÍCÍ ČETNOST A VÝDAJE NESHODNÝCH VÝROBKŮ S VADOU NA ROZMĚRU	50
TAB 6) TABULKA PRO SESTROJENÍ PARETOVA DIAGRAMU	51
TAB 7) SUMARIZACE VÝDAJŮ NA NESHODNÉ VÝROBKY ZA 4. KVARTÁL ROKU 2019	60
TAB 8) SUMARIZACE VÝDAJŮ NA NESHODNÉ VÝROBKY ZA 1. KVARTÁL ROKU 2020	60
TAB 9) SROVNÁNÍ VÝDAJŮ NA NESHODNÉ VÝROBKY ZA 4. KVARTÁL 2019 VŮČI 1. KVARTÁLU 2020	61

8.2 Seznam obrázků

OBR. 1) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ NÁROČNOSTI KONCEPCÍ NA ZDROJE A ZNALOSTI VŮČI MÍŘE KOMPLEXNOSTI [1].....	21
OBR. 2) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ NÁSTROJE SIPOC DLE [19]	26
OBR. 3) PŘÍKLAD VSM DLE [21]	27
OBR. 4) ZÁKLADNÍ SYMBOLY VÝVOJOVÉHO DIAGRAMU [16]	28
OBR. 5) PŘÍKLAD ISHIKAWA DIAGRAMU [1].....	29
OBR. 6) PŘÍKLAD POUŽITÍ KONTROLNÍHO SEZNAMU V LETECKÉM PRŮMYSLU [15].....	30
OBR. 7) PARETOVO PRAVIDLO DLE [11]	31
OBR. 8) APLIKACE PARETOVA DIAGRAMU V PRAXI ZA POUŽITÍ KRITÉRIA 80/20 [16]	32
OBR. 9) NEJBĚŽNĚJŠÍ TVARY HISTOGRAMŮ DLE [21]	33
OBR. 10) PŘÍKLAD BODOVÉHO DIAGRAMU PROLOŽENÉHO REGRESNÍ FUNKCÍ DLE [16].....	34
OBR. 11) UKÁZKA REGULAČNÍHO DIAGRAMU [12]	35
OBR. 12) PŘÍKLAD FORMULÁŘE FMEA [13]	36
OBR. 13) PŘÍKLAD APLIKACE NÁSTROJE FTA V BEZPEČNOSTNÍCH SYSTÉMECH [21]	37
OBR. 14) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ CYKLU DMAIC DLE [21]	38
OBR. 15) PŘÍKLAD ZNÁZORNĚNÍ STRUKTURY ISO 9001 V CYKLU PDCA [3].....	39
OBR. 16) RÁMCOVÁ ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI [22]	40

OBR. 17) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PROCESNÍHO PŘÍSTUPU POMOCÍ METODY SIPOC.....	41
OBR. 18) BLOKOVÝ DIAGRAM PROCESU ODDĚLENÍ OBRÁBĚNÍ.....	42
OBR. 19) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ METODY SMART [23]	43
OBR. 20) PŘÍKLAD BLOKAČNÍHO PROTOKOLU POUŽÍVANÉHO VE FIRMĚ ABC S.R.O. [26].....	45
OBR. 21) VIZUALIZACE VÝDAJŮ NA NESHODNÉ VÝROBKY VE 4. KVARTÁLU ROKU 2019.....	48
OBR. 22) SLOUPCOVÝ GRAF ROZDĚLENÍ DRUHU NESHODY DLE CELKOVÝCH NÁKLADŮ	49
OBR. 23) SLOUPCOVÝ GRAF ROZDĚLENÍ DRUHU NESHODY DLE ČETNOSTI	49
OBR. 24) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ NÁKLADŮ NA NESHODNÉ VÝROBKY S VADOU ROZMĚRU	51
OBR. 25) PARETŮV DIAGRAM.....	52
OBR. 26) ISHIKAWA DIAGRAM PRO ŘEŠENÍ NESHODY J	54
OBR. 27) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ METODY 5WHY NA PŘÍČINU NEZNALOST PROCESU - MĚŘENÍ	55
OBR. 28) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ METODY 5WHY NA PŘÍČINU NEZNALOST PROCESU - OBRÁBĚNÍ	55
OBR. 29) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ METODY 5WHY NA PŘÍČINU NEZNALOST SOP	55
OBR. 30) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ METODY 5WHY NA PŘÍČINU NEPRECIZNOST	56
OBR. 31) ISHIKAWA DIAGRAM PRO ŘEŠENÍ NESHODY C.....	57
OBR. 32) ISHIKAWA DIAGRAM PRO ŘEŠENÍ NESHODY A.....	58
OBR. 33) ISHIKAWA DIAGRAM PRO ŘEŠENÍ NESHODY A.....	59
OBR. 34) SLOUPCOVÝ GRAF SROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA NESHODNÉ VÝROBKY ZA 4. KVARTÁL 2019 OPROTI 1. KVARTÁLU 2020	61

8.3 Seznam zkratk a symbolů

"	Palce
%	Procento
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
aj.	a jiné
API	American Petroleum Institute
ASME	The American Society Of Mechanical Engineers
atd.	a tak dále
CAD	Computer aided design
CAM	Computer aided manufacturing
CL	Centrální přímka
ČR	Česká Republika
DMAIC	Deefine, measure, analyse, improve, control
DOE	Design of experiments
EFQM	Modely excelence

EU	Evropská unie
FIFO	First in first out
FMEA	Failure mode and effects analysis
FTA	Fault tree analysis
GE	General Electric
h	Šířka intervalu
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise
IFS	IFS application
JIS	Japanese Industrial Standards
JIT	Just in time
k	Počet intervalů
Kč	Koruna česká
Ks	Kus
LCL	Dolní regulační mez
MBNQA	Model americké Národní ceny Malcolma Bridge
mm	Milimetry
n	Počet výrobků
NASA	Národní úřad pro letectví a vesmír
NCR	Non-conformance report
Obr.	Obrázek
PDCA	Plan, Do, Check, Act
QFD	Quality function deployment
QMS	Quality management system
R	Variační rozsah hodnot
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
SIPOC	Suppliers, inputs, process, outputs, customers
SMART	Specific, measurable, acceptable, realistic, trackable
SMK	Systém managementu kvality
SOP	Standard operation process
SPC	Statistic process control
Tab	Tabulka
TNK	Technické národní komise
TPM	Total productive maintenance
TQM	Total quality management
UCL	horní regulační mez
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
VSM	Value stream mapping
Xmax	Maximální hodnota
Xmin	Minimální hodnota
σ	Regulační meze